

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов  
 Специальность 130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

### ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения УДК _622.276(571.16)_

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2Т01	Рудченко Алексей Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шмурыгин А.В.	Доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вазим А.А.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н., доцент		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Кафедра Транспорта и хранение нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Рудаченко А.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
з-2Т01	Рудченко А.В.

Тема работы:

Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения

Утверждена приказом директора (дата, номер) 05.04.2016 г. № 2615/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

11.06.2016 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Трубопровод для транспортировки нефти. Протяженность трассы трубопровода – 3 км. Рабочее давление 1,4 МПа. Транспортировка нефти плотностью 845 кг/м<sup>3</sup>, Диаметр трубопровода 273 мм

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Проведение обзора литературы по данной тематике Характеристика этапов ликвидации разлива Расчет затрат на выполнение работ по ликвидации Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережения Социальная ответственность
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Иллюстрация применяемой техники и процессов

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Вазим А.А., доцент
<b>Социальная ответственность</b>	Гуляев М.В., доцент

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Шмурыгин А.В.	Доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Т01	Рудченко А.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т01	Рудченко Алексей Владимирович

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Специалист	Направление/ специальность	130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	– стоимость работ и материально-технических ресурсов по локализации и ликвидации аварийного разлива нефти.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	– ПЛА Лугинецкий регион, ИОТВ 04-14,
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговая система и финансовое законодательство Российской Федерации

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	– сравнительный анализ возможных методов проведения локализации и ликвидации аварийного разлива нефти, оценка экономического потенциала принятых технических решений
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	– расчет затрат исходя из метода проведения работ
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	– обоснование экономической выгоды за счет использования метода ликвидации
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	– составление сводного сметного расчета на реализацию методов
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	– оценка экономической эффективности

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. *Диаграмма анализ структуры затрат.*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вазим А.А.	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Рудченко Алексей Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т01	Рудченко Алексей Владимирович

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><b>1. Характеристика объекта исследования</b></p>	<p>Проведение работ связанных с локализацией и ликвидацией разлива нефти и нефтепродуктов по причине нарушения герметичности линейной части трубопровода, в ходе чего:</p> <p>проявляются такие ОВПФ, как, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, материалы; разрушающиеся конструкции, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>воздействие на окружающую среду (приземный слой атмосферы, водную среду, земельные угодья);</p> <p>чрезвычайные ситуации техногенного характера – повреждение трубопровода, сопровождающиеся взрывом и пожаром.</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.</p> <p>Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны.</p> <p>Ухудшение общего самочувствия рабочего.</p> <p>Респираторы, противогазы, защитные очки.</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88.</p> <p>Повышенный уровень шума.</p> <p>Шум отрицательно действует на эмоциональное состояние персонала и может привести к снижению слуха.</p> <p>ГОСТ 12.1.0032014 уровень шума не должен превышать 80 дБА. СНиП 23-03-2003.</p> <p>Борьба с шумом в самом источнике, на пути распространения.</p> <p>Наушники, ушные вкладыши.</p> <p>Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования. Ограждения, сигнализации. ГОСТ 12.2.003-91.</p> <p>Перегретые элементы, электрические дуги и искры. Газовые баллоны, нефтепровод под давлением.</p> <p>Огнетушители, сухой песок, асбестовые полотенца.</p> <p>Поражение электрическим током. Плохо изолированные токопроводящие части, провода.</p> <p>Изоляция токопроводящих частей, защитное заземление, зануление, защитное отключение.</p> <p>Инструменты с изолирующими рукоятками, изолирующие подставки. ГОСТ 12.1.038-82.</p>

<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу. Анализ воздушной среды газоанализаторами. Обнаружение источника выброса и ликвидация его. ГОСТ 12.1.007-76.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Ошибочные действия персонала при производстве работ, производство работ без соблюдения необходимых организационно-технических мероприятий, факторы внешнего воздействия. Пожары, взрывы. Проверка загазованности газоанализаторами, соблюдение мер безопасности. ГОСТ Р 22.0.002-94
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	На рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда, обязательное социальное страхование, отказ от выполнения работы в случае возникновения опасности, компенсация, установленная законом за вредные условия труда; Обязанности работника: соблюдать правила по охране труда, применение СИЗ, прохождение обучения и инструктажа, прохождение медосмотров. Обязанности руководителя: обеспечение безопасных условий труда, обеспечение средствами индивидуальной защиты (СИЗ), обучение и инструктаж, аттестация рабочих мест, проведение медосмотров, расследование несчастных случаев, обязательное социальное страхование от несчастных случаев. Трудовой кодекс РФ. Конституция РФ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	Доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Рудченко Алексей Владимирович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Уровень образования специалист

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломная работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.05.2016	Обзор литературы	14
18.05.2016	Характеристика объекта исследования	14
25.05.2016	Обоснование технических решений	13
29.05.2016	Технологии ликвидации разлива	13
03.06.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	12
05.06.2016	Социальная ответственность	12
07.06.2016	Заключение	11
11.06.2016	Презентация	11
	Итого	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шмурыгин А.В.	Доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает в себя 128 с. текстового материала, 25 рис., 16 табл., 37 источников.

*Ключевые слова:* промышленный трубопровод, разлив нефти, локализация, ликвидация, нефтесборное оборудование, рекультивация.

*Объект исследования:* технологии и способы локализации и ликвидации разливов нефти.

*Предмет исследования:* разлив нефти на Лугинецком месторождении.

*Цель работы:* решение проблемы ликвидации разливов нефти с обоснованием выбора наиболее оптимального метода и технологии.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ технологических особенностей устройств для сбора нефтяной пленки, эмульсии.

Проведены расчеты затрат на использование методов механической очистки нефтезагрязненного участка и метода биологической очистки участка.

В результате работы определены критерии применения оборудования и методов очистки загрязненных участков от нефти.

*Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:* особенности устройств сбора нефти с дневной поверхности.

*Область применения:* нефтегазоконденсатные месторождения.

					Реферат				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов	
Руководит.		Шмурыгин В.А.					8	128	
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Т01			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.							



## Abstract

Final paper 128 p., 25 fig., 16 tabl., 37 citations.

*Key words:* field pipeline, pump station, oil spill, localization, liquidation, oil recovery equipment, reclamation.

*Object of study:* technology and methods of containment and oil spill response.

*Subject of study:* oil spill in the field Luginetskoye.

*The purpose of the work:* addressing oil spill with the selection of the optimal method of justification and technology.

In the final qualifying paper analyzes the technology-cal characteristics of the devices for the collection of oil film emulsion.

Cost calculations were carried out on the use of mechanical methods of cleaning oil-contaminated site and the method of biological treatment station.

*The basic constructive, technological and technical and operational characteristics:* features of the device collecting oil from the surface.

*Application area:* oil gas condensate fields.

					Реферат		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист
Руководит.		Шмурыгин В.А.					9
Консульт.							Листов
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.					128
					ТПУ гр. 3-2Т01		

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе были применены следующие термины и определения:

**Промысловый трубопровод** – это капитальное инженерное сооружение, рассчитанное на длительный срок эксплуатации и предназначенный для бесперебойной транспортировки природного газа, нефти, нефтепродуктов, воды и их смесей от мест их добычи до установок комплексной подготовки.

**Скиммер** – это устройство использующее адгезивные свойства нефти для ее сбора с поверхности воды

**Давление рабочее (нормативное)** – устанавливаемое проектом наибольшее избыточное внутреннее давление, при котором обеспечивается заданный режим эксплуатации трубопровода.

**Производительность трубопровода** – это количество нефтепродуктов транспортируемых по трубопроводу за расчетный период (год, сезон, квартал, месяц).

**Трубопроводная арматура** – устройства, устанавливаемые на трубопроводах, агрегатах, сосудах и предназначенные для управления потоками рабочих сред путем изменения площади проходного сечения.

**Герметичность** – это свойство конструкций препятствовать проникновению через них веществ (газовых, жидких или парообразных).

В настоящей работе были использованы ссылки на следующие обозначения и сокращения

НСЖ – нефтесодержащая жидкость

НЗГ – нефтезагрязненный грунт

РР – резервуар разборный

ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости

ГСМ – горючесмазочные материалы

АЦ – автоцистерна

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Рудченко А.В.				Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист
Руководит.	Шмурыгин В.А.						Листов
Консульт.							10
Зав. Каф.	Рудаченко А.В.						128
						ТПУ гр. 3-2Т01	

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>13</b>
<b>ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>14</b>
<b>ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....</b>	<b>17</b>
<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ .....</b>	<b>19</b>
<b>2. АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РОЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ .....</b>	<b>21</b>
2.1. Сведения о технологическом процессе и повреждениях в системе трубопроводного транспорта.....	21
2.1.1. Назначение, состав промысловых трубопроводов. ....	22
2.1.2. Коррозия трубопроводов.....	23
2.1.3. Виды коррозионных разрушений .....	24
2.1.4. Механизм протекания коррозии.....	28
2.2. Последствия сквозных дефектов на нефтепроводе .....	34
2.2.1. Классификация разливов нефти .....	34
2.2.2. Поведение нефти и нефтепродуктов на дневной поверхности .....	36
2.2.2.1. Поведение нефти и нефтепродуктов на почве .....	36
2.2.2.2. Поведение нефти и нефтепродуктов на воде .....	37
2.2.2.3. Поведение нефти и нефтепродуктов в ледовых условиях .....	39
<b>3. СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ .....</b>	<b>42</b>
3.1. Боновые заграждения .....	42
3.2. Скиммеры .....	48
3.3. Сорбенты.....	52
3.4. Диспергаторы .....	55
3.5. Биохимические препараты .....	59
3.6. Инсиниаторы .....	60
3.7. Отжимное устройство.....	60
3.8. Гидропушка .....	61
3.9. Разбрасыватели .....	62
3.10. Резервуары секционные, разборные .....	63
<b>4. ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ .....</b>	<b>65</b>

					<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов
Руководит.		Шмурыгин В.А.					11	128
Консульт.						<b>ТПУ гр. 3-2Т01</b>		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.						

4.1. Локализация нефтяных разливов .....	65
4.2. Ликвидация разлива нефти .....	65
4.3. Технология рекультивации нефтезагрязненных земель .....	70
4.4. Выбор метода и технологии для локализации и ликвидации аварийного разлива нефти на нефтесборном коллекторе врезка куст 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения .....	79
<b>5. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>88</b>
5.1. Расчет затраченного времени и мощностей на ликвидацию разлива нефти с применением биопрепарата «МД-Сухой» .....	88
5.2. Расчет затраченного времени и мощностей на ликвидацию разлива нефти с помощью механизированной техники .....	90
5.3. Расчет трубопровода на прочность .....	91
<b>6. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МОТОДА ЛИКВИДАЦИИ ОТКАЗА .....</b>	<b>94</b>
6.1. Оценка экономической эффективности и сроков ликвидации разлива нефти .....	94
6.2. Анализ структуры затрат.....	96
6.3. Вывод экономических расчетов .....	98
<b>7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....</b>	<b>99</b>
7.1. Производственная безопасность .....	99
7.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при производстве работ связанных с локализацией и ликвидацией разлива нефти на Лугинецкого месторождения.....	99
7.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при реализации мероприятий по локализации и ликвидации разлива нефти на Лугинецком месторождении .....	107
7.1.3. Взрывоопасность и пожароопасность.....	115
7.2. Экологическая безопасность.....	117
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	119
7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, инструктирование и обучение .....	122
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>125</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>126</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Тема работы «Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти на нефтесборном коллекторе врезка куст 2 – точка 2 Лугинецкого».

Разливы нефти это неотъемлемая часть на объектах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, при разливе нефтепродуктов природе наносится большой вред. Экосистема приходит в угнетающее состояние.

Несмотря на усилия властей в области снижения количества разливов и ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, проблема нефтяных разливов остается актуальной. И уменьшение негативного влияния разливов нефти требует особого внимания и применения новых средств и методов локализации, ликвидации.

Ликвидация больших разливов нефти предусматривает выполнение комплекса мероприятий и реализацию различных способов и применение механизированных и биологических средств. Вне зависимости от объема разлива нефти и нефтепродуктов начальные действия по ликвидации должны быть нацелены на локализацию пятен нефти с целью ограничения распространения загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения.

Целью работы является:

- изучение возможных видов нефтяных разливов;
- изучение современных средств локализации;
- изучение средств используемых при ликвидации;
- анализ современных методов ликвидации нефтяных разливов.

					Введение					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Рудченко А.В.								
Руководит.		Шмурыгин В.А.							13	128
Консульт.								ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.								

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

*Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах* – это методическое руководство описывает методологию оценки степени риска аварий на магистральных нефтепроводах, основываясь на которой можно прогнозировать частоту возникновения аварий, объемы разливов нефти и нефтепродуктов, а также размеры компенсаций за загрязнение окружающей среды [34].

*Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.* В книге представлена классификация возможных источников разливов нефти и рисков разливов при ее добыче или транспортировке по причине аварий, природных катастроф, военных действий и прочих чрезвычайных ситуаций. Также в данном издании рассмотрены международные соглашения и российские правовые акты в области предотвращения разливов нефти и нефтепродуктов [11].

*Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях.* В учебном пособии рассмотрены вопросы защиты окружающей среды в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного характера, которые возникают в процессе добычи, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов. Методология анализа риска принята в качестве основной – она позволяет оценить пути развития аварий, частоту их возникновения, а также их последствия. Большое внимание уделяется проблеме получения количественных оценок угроз техногенной деятельности [27].

*Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта.* В книге рассмотрены причины происхождения потерь нефти и последствия загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Освещены вопросы диагностики трубопроводной системы. Представлена классификация и определены свойства и основные технологии получения сорбентов. Выполнен обзор методов

					Обзор литературы			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов
Руководит.		Шмурыгин В.А.					14	128
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.						

самоочищения и принудительной ликвидации нефтяных загрязнений. Выводы сделаны на основе результатов экспериментальных исследований сорбентов [4].

*Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.* В данном учебном пособии рассмотрены характеристики основных геосфер нашей планеты во взаимосвязи с проблемой влияния на них нефтегазовых объектов. Освещены «экологические» законы, принятые в России. Значительное внимание уделяется технологиям защиты окружающей среды – водной, воздушной, почвы и недр – от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Изложены схемы обустройства нефтегазовых объектов с точки зрения защиты природы от загрязняющих веществ, которые неизбежно выделяются в процессе добычи, транспортировки нефти и нефтепродуктов [3].

В постановлении правительства Р.Ф. от 21 августа (в редакции от 15 апреля 2002 года) «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» представлены основные требования и определяют принципы формирования планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов которые относятся к чрезвычайным ситуациям локального, местного, территориального, регионального и федерального значения, а также организации взаимодействия сил и средств, привлекаемых для их ликвидации [1].

Руководство содержит описание стратегий, методов, техники и технологий, применяемых при ликвидации разливов нефти на морях, реках и озерах и их берегах, с учетом природных и сезонных условий. Книга предназначена как практическое пособие для специалистов, контролирующих органов и для персонала, непосредственно занимающегося очисткой акваторий от нефтяных загрязнений: МЧС, администраций портов, терминалов, водных инспекций, региональных администраций в местах добычи, переработки, хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов. Обширный материал Руководства, обобщающий соответствующий отечественный и зарубежный

					Обзор литературы	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

опыт, полезен для целей подготовки, обучения и обеспечения персонала спецподразделений [2].

Данный доклад входит в серию докладов, подготовленных по заказу Международной ассоциации представителей нефтяной промышленности по охране окружающей среды (ИРЕСА). Первое издание этого доклада появилось на свет в 1993 году, и в данном втором издании содержится скорректированная информация по важным разработкам в области диспергирующих материалов, применяемых для ликвидации нефтяных разливов. Полная серия докладов представляет собой коллективный вклад членов ИРЕСА в глобальное обсуждение вопросов, связанных с готовностью и мерами по ликвидации разливов нефти. [35].

Несмотря на проводимую в последнее время государством политику в области предупреждения и ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, данная проблема остается актуальной и в целях снижения возможных негативных последствий требует особого внимания к изучению способов локализации, ликвидации и к разработке комплекса необходимых мероприятий. Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов предусматривает выполнение многофункционального комплекса задач, реализацию различных методов и использование технических средств. Независимо от характера аварийного разлива нефти и нефтепродуктов первые меры по его ликвидации должны быть направлены на локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения [5].

В данном научно-практическом пособии одновременные методы и технические средства позволяют локализовать нефтяные разливы и собирать разлившуюся нефть быстрее и эффективнее, что для предприятий нефтяной промышленности позволяет сократить расходы на штраф со стороны надзорных органов [9].

					Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Опасный производственный объект** – объект ОАО «Томскнефть» ВНК, на котором получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются горючие жидкости и воспламеняющиеся газы; применяются грузоподъемные механизмы и используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа.

**Авария** – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ (согласно Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов").

**Инцидент** – отказ или повреждение трубопровода, отклонение от режима технологического процесса (перекачки), нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

Входящие в определение термина "инцидент" понятия:

**Пожар** – неконтролируемое горение вне специального очага, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства

**Горение** – экзотермическая реакция окисления вещества, сопровождающаяся выделением света и тепла

**Взрыв** – быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в органическом объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации.

					ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Рудченко А.В.						
Руководит.		Шмурыгин В.А.					17	128
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.						

**Повреждение трубопровода** – нарушение исправного состояния трубопровода при сохранении его работоспособности и не сопровождаемое материальным и экологическим ущербом

**Отказ трубопровода** – нарушение работоспособности, связанное с внезапной полной или частичной остановкой трубопровода из-за нарушения герметичности трубопровода или запорной и регулирующей арматуры или из-за закупорки трубопровода. Отказы трубопровода делятся на некатегорийные и категорийные.

**Некатегорийные отказы подразделяются по видам нарушений:**

- разрывы и трещины по основному металлу труб, по продольным и кольцевым сварным швам;
- негерметичность по причине коррозии внутренней и внешней;
- негерметичность запорной и регулирующей арматуры;
- потеря герметичности трубопровода от внешних механических воздействий;
- потеря пропускной способности трубопровода из-за образования закупорок.

Некатегорийные отказы трубопровода подразделяются на отказы 1-й и 2-й групп.

К отказам первой группы относятся отказы на внутриплощадочных напорных внутри- и межпромысловых нефтепроводах на участке от дожимной насосной станции (ДНС) до центрального пункта сбора (ЦПС).

К отказам второй группы относятся отказы на газопроводах, на нефтесборных трубопроводах на участке от групповой замерной установки (АГЗУ) до ДНС, а также на водоводах

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ

Лугинецкое нефтегазоконденсатное месторождение открыто в 1967 году первой поисковой скважиной № 152, заложенной в присводовой части структуры.

В административном отношении Лугинецкое нефтегазоконденсатное месторождение находится в Парабельском районе Томской области. Месторождение расположено в 400 км на северо-запад от г. Томск, 300 км на юго-восток от г. Стрежевой. Ближайший населенный пункт г. Кедровый, который находится в 80 км к юго-востоку от месторождения и является базовым для нефтегазодобывающей промышленности юга Томской области.

Район представляет собой сглаженную слаборасчлененную заболоченную равнину. На территории много болот, однако, большая ее часть покрыта лесом. Абсолютные отметки рельефа варьируют в пределах 75–130 м. Самой крупной водной артерией на территории является река Чижалка.

Климат района – континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Зимний период продолжается с ноября по апрель, самая низкая температура в зимнее время 40–50°С. Величина снежного покрова достаточно велика и достигает 1.5 м. Почва промерзает на 1–1.5 м. Самый жаркий месяц лета – июль. Температура воздуха поднимается до +35°С. Среднегодовое количество осадков 450–500 мм/год.

Шоссейная и железная дороги в районе месторождения отсутствуют, доставка грузов круглогодично производится авиатранспортом, в период навигации – по рекам, в зимнее время – по зимнику, связывающему г. Кедровый с областным центром. Плотность населения низкая.

Нефть, добываемая на Лугинецком месторождении, подается в магистральный нефтепровод Александровское – Томск – Анжеро-Судженск,

					<b>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист
Руководит.		Шмурыгин В.А.					19
Консульт.							128
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 3-2Т01	

Лугинецкое нефтегазоконденсатное месторождение разрабатывается с 1982 года. На сегодняшний день пробурено около 412 эксплуатационных скважин.

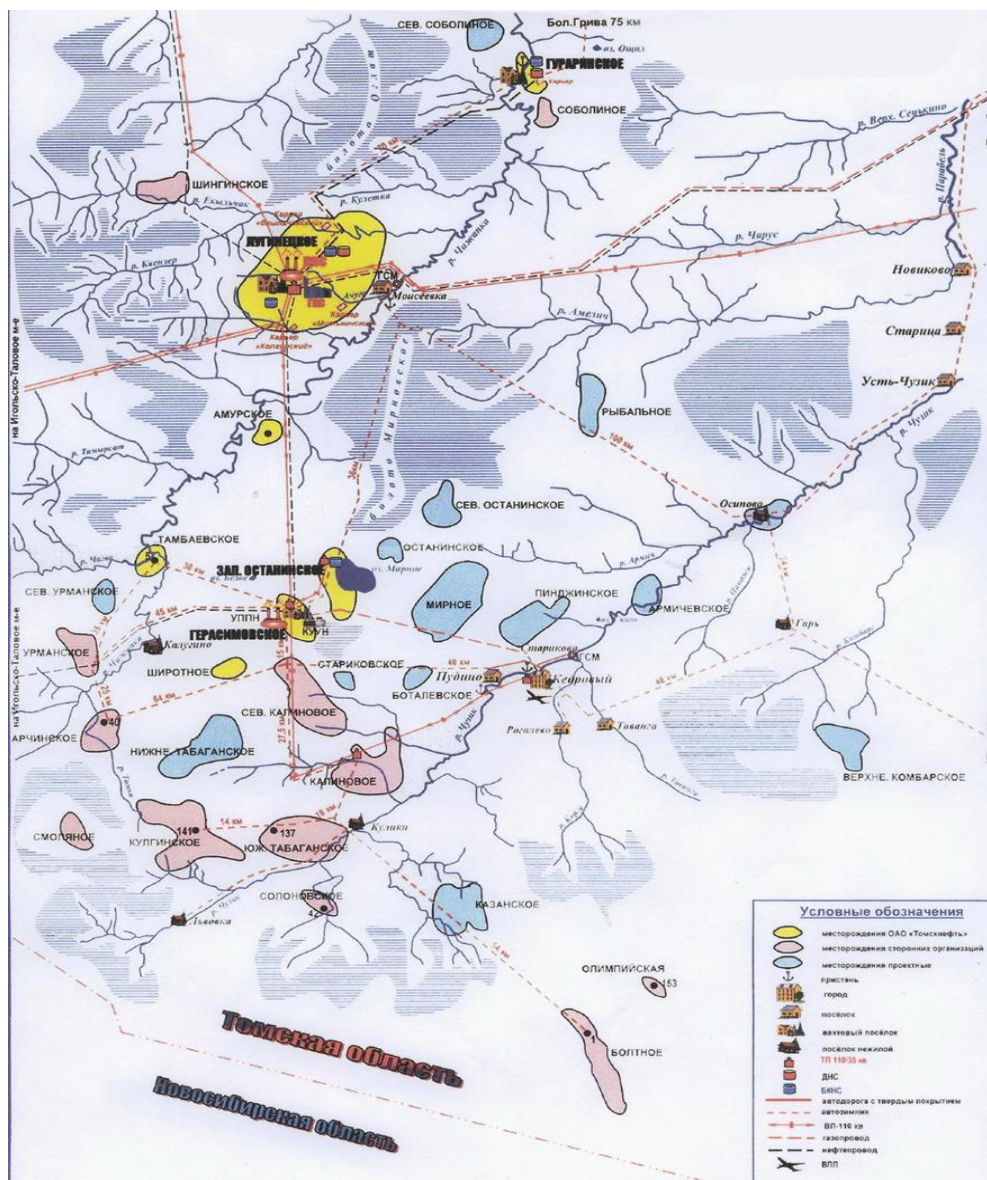


Рис. 2.1. Обзорная карта Лугинецкого региона

					ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

### 2.1. Сведения о технологическом процессе и повреждениях в системе трубопроводного транспорта

Трубы, эксплуатирующиеся на Лугинецком месторождении – сварные прямошовные, стальные бесшовные, изготовленные из спокойных и полуспокойных сталей диаметром от 89–530 мм.

Тройники горячей штамповки

Переходы концентрические и эксцентрические штампованные и штампосварные.

Отводы гнутые, изготовленные из труб методом горячего гнутья.

Фланцы по ГОСТ 12821-80.

Арматура – фланцевая и приварная по ГОСТ 2.001-68 с герметичностью затвора по ГОСТ Р50430, материал – углеродистая легированная сталь со средней скоростью коррозии не более 0,5 мм в год.

Материалы для защитных покрытий – грунтовка полимерная или битумно-полимерная типа «Прамер», «Пластобит» и лента изоляционная полимерная, липкая в один или два слоя, общей толщиной от 0,7 мм до 2,2 мм.

Трубопроводы Лугинецкого месторождения проложены в подземном и наземном (на отсыпной насыпи, или на надземных стойках) исполнении. Основным видом прокладки нефтесборных коллекторов на Лугинецком месторождении является подземное заглубление трубопроводов. Глубина заложения в грунт до верха трубы составляет в интервале от 0,8 м до 1,2 м, при отсутствии проезда автотранспорта и 1,4м от верха покрытия дороги до

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов	
Руководит.		Шмурыгин В.А.					21	128	
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Т01			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.							

верхней образующей защитного футляра, при пересечении автомобильных дорог. [12]

### 2.1.1. Назначение, состав промысловых трубопроводов

Промысловые трубопроводы состоят:

- выкидные линии от нефтяных скважин, предназначены (на кустах скважин), для транспортирования продуктов скважин до замерных установок;
- нефтегазоконденсатные трубопроводы для транспортирования жидкости от замерных установок до участков установки предварительного сброса воды или первой ступени сепарации нефти (нефтегазопроводы);
- газопроводы для транспортирования газа от ступеней сепарации жидкости до факелов низкого давления и от ЦППН до потребителей;
- нефтепроводы для перекачки газонасыщенной или сепарированной обводненной или обезвоженной нефти от пунктов сбора (автоматическая групповая замерная установка) нефти и ДНС до ЦППН;
- нефтепроводы для перекачки товарной нефти от ЦППН до пункта приема в магистральный трубопровод;
- трубопроводы для заводнения нефтяных пластов и системы захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты с давлением закачки 10 МПа и более;
- трубопроводы систем ППД для транспорта минеральной, пластовой и подтоварной воды на блочную кустовую насосную станцию);
- ингибиторопроводы для закачки реагентов в трубопроводы транспортировки нефти и нефтепродуктов [12].

Трубопроводы для перекачки нефти, нефтепродуктов, водонефтяной эмульсии, нефтяного газа в зависимости от рабочего давления подразделяются на четыре класса:

- I класс – при рабочем давлении 20–32 МПа включительно;

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- II класс – при рабочем давлении 10–20 МПа включительно;
- III класс – при рабочем давлении 2,5–10 МПа включительно;
- IV класс – при рабочем давлении до 2,5 МПа включительно.

Трубопроводы, транспортирующие нефть и нефтепродукты, а также другие жидкие продукты нефтяных месторождений, в зависимости от диаметра подразделяются на три класса:

- I класс – трубопроводы условным диаметром 600 мм и более;
- II класс – трубопроводы условным диаметром 300–600;
- III класс – трубопроводы условным диаметром менее 300 мм.

### **2.1.2. Коррозия трубопроводов**

Трубопроводы и оборудование в процессе эксплуатации подвергаются процессу коррозии.

Коррозия металла труб происходит как снаружи под воздействием почвенного электролита (в почве всегда находится вода и растворённые в ней минералы), так и внутри, в связи с наличием примесей влаги, сероводорода и солей, содержащихся в транспортируемом углеводородном сырье. Коррозия металлоконструкций наносит значительный материальный и экономический ущерб. Коррозия приводит к раннему выходу из строя агрегатов, установок, линейной части трубопроводов, также уменьшает межремонтные сроки оборудования и вызывает дополнительные потери транспортируемого сырья.

При прокладке в грунте стальные трубопроводы подвержены воздействию почвенной коррозии. В почве всегда находятся щелочи, соли, кислоты и органические вещества, которые, действуя на стенки стальных труб, разрушают их. Часто такая коррозия вызывает быстрое появление сквозных дефектов в стенке трубы, вследствие чего трубопровод выходит из строя. Такие разрушения происходят особенно часто в трубопроводах, уложенных без достаточной защиты от коррозии [36].

### 2.1.3. Виды коррозионных разрушений

Коррозия, в зависимости от механизма реакций, протекающих на поверхности металла, делится на химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия – это процесс разрушения металла при взаимодействии с сухими газами или жидкими неэлектролитами. Химическая коррозия не сопровождается возникновением электрического тока. Продукты коррозии в данном случае образуются непосредственно на всем участке контакта металла с агрессивной средой.

При длительной эксплуатации трубопроводов, защищенных только изоляционным покрытием, появляются сквозные коррозионные повреждения через 5–8 лет после укладки трубопроводов в грунт по причине почвенной коррозии, т. к. изоляция со временем теряет прочность и в ее трещинах начинаются интенсивные процессы электрохимической коррозии. Суть процессов электрохимической коррозии заключается в следующем:

Электрохимическая коррозия возникает под действием коррозионно-активной среды, разнообразна по характеру, вызывает большинство коррозионных разрушений трубопроводов и оборудования. Электрохимическая коррозия протекает с наличием двух процессов – катодного и анодного.

Электрохимическая коррозия является гетерогенной электрохимической реакцией. Она подразделяется на коррозию в электролитах, почвенную, электрокоррозию, атмосферную, биокоррозию, контактную. Во всех случаях окисление металлов происходит за счет возникновения электрического тока, протекают анодные и катодные процессы на различных участках поверхности и продукты коррозии образуются на анодных участках. При электрохимической коррозии одновременно протекают два процесса – окислительный (аноидный), вызывающий растворение металла на одном участке, и восстановительный (катодный), связанный с выделением катиона из раствора, восстановлением кислорода и других окислителей на другом. В результате возникают микрогальванические элементы, и появляется электрический ток, обусловленный электронной проводимостью металла и ионной проводи-

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



мостью раствора электролита. Анодные и катодные процессы локализуются на тех участках, где их протекание облегчено. Причины, вызывающие электрохимическую неоднородность поверхности, весьма многочисленны: макро- и микрон неоднородности металла; фазовая и структурная неоднородность сплавов; неоднородность и несплошность поверхностных пленок; неоднородность деформаций и напряжений. Кроме того, неоднородны и жидкие фазы, контактирующие с поверхностью [36].

Существующие виды коррозии металлов представлены на рис. 2.1.3.1.

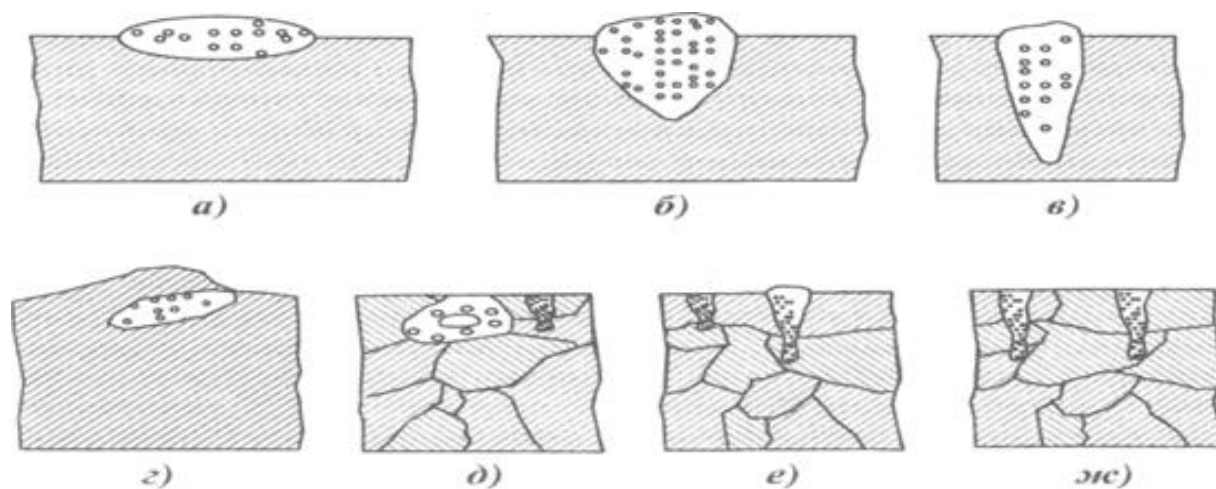


Рис. 2.1.3.1. Виды коррозии: а – пятнами; б – язвенная; в – точечная; г – подповерхностная; д – структурно-избирательная; е – межкристаллитная; ж – коррозионное растрескивание

Энергетическая характеристика перехода ионов в раствор при взаимодействии металла с электролитом или обратно – электродный потенциал. При взаимодействии металла с водой происходит его растворение или разрушение, т.к. атомы кислорода и водорода воды образуют полярные молекулы с двумя полюсами («+» и «-»), что приводит к возникновению силового электрического поля в воде. Молекулы воды проникают в кристаллическую решетку металла на его поверхности (происходит гидратация), и переходя в воду с образованием ион-атома несущего положительный заряд. При этом оставшиеся в металле электроны носят отрицательный заряд. Ион-атом окружается молекулами воды, происходит образование у поверхности металла двойного электрического слоя и возникает разность потенциалов между

поверхностью металла и слоями раствора, прилегающими к нему. При насыщении слоя ион-атомами переход их с поверхности металла в раствор прекращается. В этом случае устанавливается равновесие между разностью потенциалов в слое и разностью между свободными энергиями ионов металла в металле и в растворе. Это состояние соответствует равновесному электродному потенциалу. Он зависит от свойств ионов, их концентрации в растворе. Электродный потенциал платинового электрода в растворе НС, содержащий ионы водорода, продуваемого через раствор, условно принимается равным нулю, и называется нормальным водородным электродом. Равновесные потенциалы различных электродов % в растворах собственных солей, в которых концентрация равна единице, измеренные относительно нормального водородного электрода, называется нормальными потенциалами. Они образуют нормальный электрохимический ряд напряжений, по которому можно определить какой из пары взятых металлов будет разрушаться (служить анодом), и степень опасности коррозионного процесса.

Согласно теории электрохимической коррозии разрушение металла обусловлено работой множества короткозамкнутых гальванических элементов, образующихся вследствие неоднородности среды и металла. При работе коррозионного элемента уменьшается разность начальных потенциалов, что сопровождается уменьшением коррозионного тока. Этот процесс называется поляризацией. Различают анодную и катодную поляризацию. При анодной поляризации в случае усиленного растворения металла ионы металла медленнее переходят в раствор, чем электроны отводятся в катодную область, и у поверхности электрода накапливаются положительные ионы металла, потенциал анода смещается в сторону положительных значений. Катодная поляризация сопровождается смещением потенциала электрода в отрицательную сторону и вызывается в основном малой скоростью электрохимической реакции соединения деполяризаторов с электронами. Участки, на которых растворяется металл, называются анодными, на них ион-атомы железа переходят в раствор, а на катодных – ток выводит в грунт. Электрохимические

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

процессы на аноде и катоде различны, но взаимосвязаны, и, как правило, самостоятельно не протекают. Такая связанная система называется коррозионным микроэлементом. На анодных участках осуществляется окисление с образованием ионов металла  $Fe^{+2}$ , а на катодных под влиянием кислорода образуется гидроокись (в результате кислородной деполяризации).

Ионы железа и гидроксила взаимодействуют и образуют нерастворимый осадок  $Fe(OH)_2$ , который разлагается на окись железа и воду;  $Fe(OH)_2 - Fe_2O_3 + H_2O$ . Высвобождающиеся при окислении электроны от анодного участка по металлу изделия протекают к катоду и участвуют в реакции восстановления [36].

В некоторых случаях возможны сложные процессы коррозии при одновременном воздействии двух или более факторов. К ним относятся коррозия под напряжением, щелевая, коррозионная эрозия, коррозионная кавитация. Скорость коррозионных процессов зависит от многих факторов, связанных как со свойствами, составом и строением металлического материала, так и со свойствами среды и внешними воздействиями. Для стальных трубопроводов, уложенных в почву, скорость разрушения зависит во многом от агрессивности грунта, в частности, от типа грунта, состава и концентрации веществ, содержания влаги, проникновения воздуха в грунт, структуры грунта, температуры и удельного сопротивления грунта, наличия в грунте бактерий, активизирующих коррозионные процессы. Оценивается коррозионная активность грунта по величине его удельного электросопротивления (чем меньше  $\rho$ , тем больше возможность коррозии). Важной характеристикой грунта является и водородный показатель pH среды. На интенсивность коррозии оказывает влияние неоднородность металла, механические напряжения, температуры и т.д. Неоднородность металла приводит к появлению коррозионных микроэлементов (микропар) в местах соприкосновения с грунтом, или в месте изменения физических свойств грунта. Коррозия может произойти и при образовании макропары из-за наличия макровключений – окарины, царапины, вмятины, наклепа, поперечных, продольных сварных швов, макрострук-

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

турной неоднородности физико-химических свойств почв, (например, при неоднородном поступлении кислорода к поверхности трубопровода, расположенном под полотном дороги). Существенное влияние на скорость коррозии оказывает жизнедеятельность анаэробных бактерий, особенно в почвах, содержащих большое количество сульфатных солей. В этом случае происходит образование серной кислоты и усиление коррозионных процессов.

#### 2.1.4. Механизм протекания коррозии

Одной из причин коррозии трубопроводов и сооружений из металла является термодинамическая нестабильность металлов. Из-за этого большое количество металлов в земле находится в соединениях в виде окислов, солей и других соединений. Согласно 2-му закону термодинамики, любая система стремится перейти из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией.

Энергия, которой обладают вещества, называется химической энергией.

Энергия создается перемещением электронов на электронных орбитах атомов и молекул. При некоторых условиях химическая энергия превращается в другие виды энергии, совершает работу (например, работу образования химических связей).

Относительно веществ второй закон термодинамики записывается так: самопроизвольно совершаются только такие химические превращения, в результате которых образуются вещества с низким показателем химической энергии. Почти для всех металлов при переходе в окислы, соли и т. д. этот закон выполняется. Вследствие чего окисление металлов, т.е. разрушение, в природных условиях процесс необратимый.

На практике оборот металлов в земной коре выглядит так. Металлургические предприятия, затрачивают колоссальное количество энергии, осуществляя обогащение железа из руды в свободное состояние, т.е. придает им больший энергетический уровень. Но, когда обогащенный металл находится

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

в виде конструкции, он подвергается воздействию окисления (кислорода) и переходит в наиболее стабильное окисленное состояние.

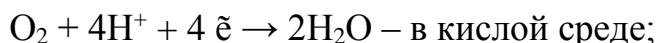
Для монтажа трубопроводов используют малоуглеродистые и низколегированные стали. Помимо железа они включают в себя углерод (до 2 %), легирующие ингредиенты (хром, никель, марганец, медь), включения молекул которые не получается до конца вывести в металлургическом процессе (сера, фосфор, кислород, азот, водород). Неоднородность железа способствует возникновению коррозионных точек в соответствующей среде.

Для возникновения тока при электрохимической коррозии металла необходимо наличие разности потенциалов. В анодной зоне происходит реакция окисления, заключающаяся в потере металлом своих электронов и образовании ион-атомов



Попадая в жидкость электролит, ион-атомы металла вызывают его постепенное разрушение – коррозию.

В катодной зоне идет процесс восстановления – присоединения свободных электронов веществом, называемым деполяризатором. Если роль деполяризатора играют ионы водорода  $2H^+ + 2e \rightarrow 2H \rightarrow H_2$ , то такая реакция называется реакцией водородной деполяризации. Если же деполяризатором выступает кислород



то такая реакция называется реакцией кислородной деполяризации.

Из рассмотрения механизма электрохимической коррозии следует, что интенсивность процесса зависит от скорости образования ион-атомов металла (и свободных электронов), а также наличия кислорода и воды. Учитывая, что на скорость образования ион-атомов влияет температура, концентрация раствора электролита и другие внешние условия, можно сделать заключение, что если на поверхности одного и того же металла создать различные условия, то одна часть его поверхности станет анодом по отношению к другой.

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Примеры образования гальванических элементов из одного металла приведены на рис. 2.1.4.1.

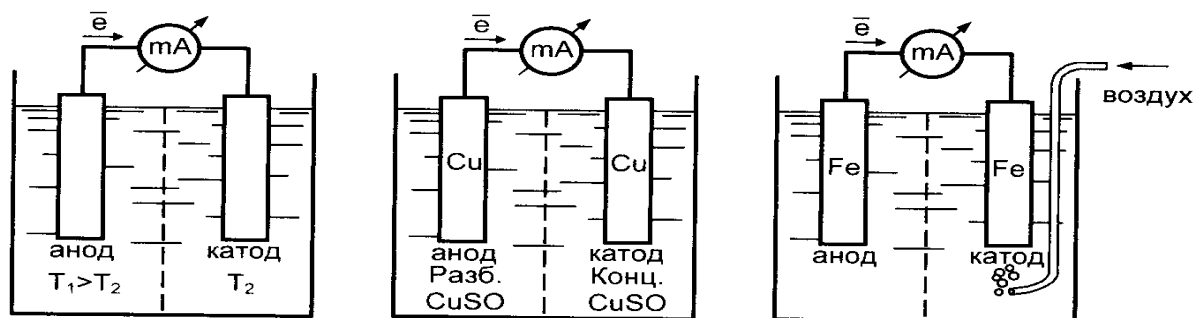


Рис. 2.1.4.1. Примеры образования гальванических элементов

В 1-ом опыте анодом является электрод, находящейся в подогретом электролите. Это связано с тем, что в подогретом электролите растворение металла происходит более интенсивно. Похожая картина видна и в слабоконцентрированном растворе собственной соли по сравнению с концентрированным раствором этой соли. Наконец, при подаче к одному из электродов воздуха на нем облегчается протекание реакции кислородной деполяризации, характерной для катода [36].

К образованию коррозионных элементов на поверхности трубопроводов приводит различный доступ кислорода к разным участкам его поверхности, разная влажность грунта, неоднородность микроструктуры металла. Примеры возникновения коррозионных элементов приведены на рис. 2.1.4.2.

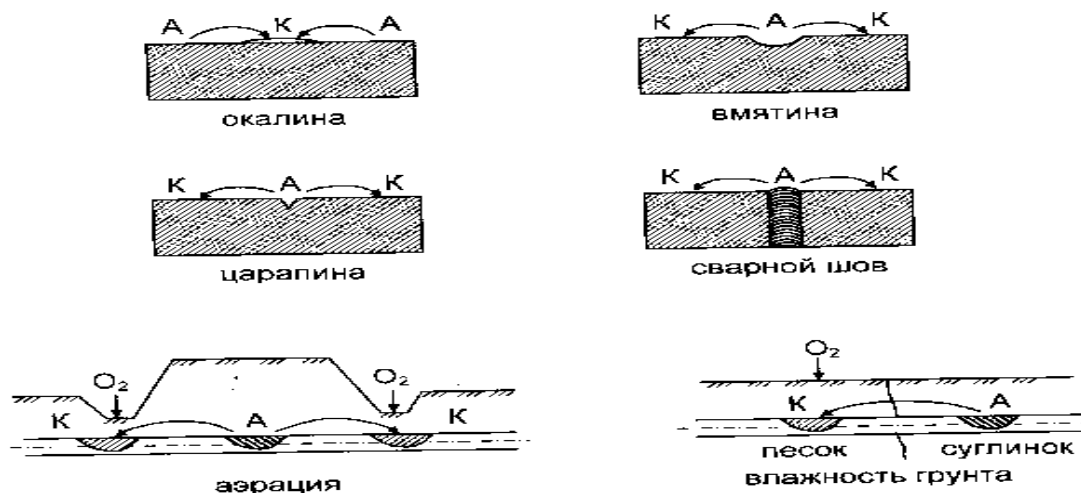


Рис. 2.1.4.2. Примеры возникновения коррозионных элементов на трубопроводе в результате различия условий на поверхности металла: А – анодная зона; К – катодная зона (стрелки указывают направление движения ион-атомов металла)

Нефть состоит из смеси различных углеводородов с неуглеводородными компонентами (спирты, фенолы, соединения серы, кислорода и др.). Если предельные и непредельные углеводороды совершенно инертны к металлам, то остальные составляющие вступают с металлом в химическую реакцию. Очень активны сернистые соединения (элементарная сера, сероводород, меркаптаны), которые являются причиной от 3 до 20 % случаев коррозионного повреждения внутренних стенок трубопровода. Сернистые соединения нефти попадают при ее переработке и в нефтепродукты.

Большую опасность в коррозионном отношении представляют также органические кислоты, образующиеся в результате окисления углеводородной и неуглеводородной составляющих товарных топлив при их хранении и применении.

Таким образом, нефтепродукты в той или иной мере являются коррозионно-активными.

Появление гуляющих токов в закопанных стальных сооружениях связано с работой электрифицированных машин и электрического оборудования, использующего землю в качестве проводника. Исходящей точкой гуляющих токов являются железные дороги, трамваев, поездов линии электропередач, установки электро-химической защиты и др.

Во время работы электрического транспорта ток совершает переход от положительной шины силовой подстанции по контактному проводу к электродвигателю передвижного средства, а потом через колеса перетекает на рельсы и через них возвращается к отрицательной шине силовой подстанции. Из-за нарушения стыков между рельсами (возрастание сопротивления цепи), а так же небольшого переходного сопротивления «рельсы – почва» часть тока перетекает в землю. Там ток попадает на подземные стальные конструкции, имеющие низкое продольное сопротивление, и распространяется до места с нарушенной изоляцией, расположенного недалеко от сооружения с еще меньшим продольным сопротивлением. В месте стекания блуждающих токов металл сооружения теряет свои ион-атомы, т. е. разрушается.

					<b>АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ</b>	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Блуждающие токи опасны тем, что они стекают, как правило, с большой площади поверхности, что приводит к образованию глубоких язв в металле в течение короткого времени.

#### *Закономерности коррозионного растрескивания под напряжением*

Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) представляет из себя разрушение металла вследствие возникновения и развития трещин при одновременном воздействии растягивающих напряжений и коррозионной среды.

Впервые упоминания о КРН появились в начале 60-х годов XX века, после того, как данное явление было зафиксировано на газопроводах высокого давления в Австралии, Канаде и США. В начале 80-х годов оно было идентифицировано на газопроводах, проложенных в пустынных и полупустынных районах Средней Азии и Казахстана. В настоящее время, по данным Ростехнадзора, коррозионное растрескивание под напряжением является главной причиной разрушения линейной части магистральных газопроводов.

Внешне коррозионное растрескивание под напряжением выглядит как группы трещин, ориентированных преимущественно вдоль оси трубы. Трещины могут проникать в тело трубы на различную глубину. Нарушение целостности газопровода происходит в результате протяженного разрушения, когда трещины или группы трещин достигают критического размера и происходит быстрый, так называемый «долом».

Трещины зарождаются на внешней поверхности трубопровода в нижней части трубы в районе 5...7 часов условного циферблата. Коррозионному растрескиванию подвергаются как основной металл труб, так и сварные соединения. Наиболее часто коррозионное растрескивание под напряжением развивается в 20-ти километровой зоне после компрессорной станции, а также при наличии водных потоков, которые направлены вдоль трубопроводов или пересекают их.

Зонами риска с точки зрения коррозионное растрескивание под напряжением являются участки с пересеченной местностью, где трубопровод не

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



прилегает ко дну траншеи, поэтому между ними существует воздушный зазор. 40 % всех аварий по причине коррозионное растрескивание под напряжением связано с нарушением целостности изоляционного покрытия.

Все стресс-коррозионные разрушения последних лет происходят в нейтральных и слабокислых грунтах ( $\text{pH}=4,5\ldots7$ ). Многочисленные наблюдения аварийных разрушений за рубежом свидетельствуют, что КРН во многих случаях провоцируется локальной коррозией, и поэтому развитие КРН напрямую связано с коррозионной активностью грунтов.

Единого мнения о механизме КРН пока нет. Один из возможных «сценариев» ее развития выглядит следующим образом:

- под некачественно нанесенное или поврежденное изоляционное покрытие трубопровода попадает грунтовая вода;
- в результате действия катодной защиты, обеспечивающей наложение отрицательного потенциала на трубопровод, большая часть катионов водорода, содержащихся в грунтовой воде, превращается в атомы и молекулы водорода на поверхности металла ( $2\text{H}^+ + \tilde{\epsilon} \rightarrow \text{H}_2$ ), что приводит к дополнительному отслоению изоляционного покрытия;
- часть атомов или катионов водорода проникает в металл, нарушая его структуру и приводя к его охрупчиванию;
- от действия переменной нагрузки на поверхности металла образуются трещины, в которые проникает почвенный электролит, и описанный выше процесс повторяется;
- при достижении одной из трещин критических размеров наступает «внезапное» разрушение трубопровода.

Подводя итоги вышесказанному, можно сделать неутешительный вывод, что коррозия трубопроводов – процесс неизбежный. Однако человек, вооруженный знанием механизма коррозии, может затормозить его таким образом, чтобы обеспечить сохранение работоспособности трубопроводов в течение достаточно длительного времени.

## 2.2. Последствия сквозных дефектов на нефтепроводе

Коррозия на стенках трубопровода приводит к выемкам, кавернам и если вовремя не заметить эти дефекты и не предпринять меры по их ремонту, то в конечном итоге эти коррозионные повреждения приведут к свищам, трещинам.

### 2.2.1. Классификация разливов нефти

Разливы нефти и продуктов нефтепромышленности классифицируются как чрезвычайные ситуации и ликвидируются в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 21 августа 2000 года (в редакции от 15 апреля 2002 года) "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов", в зависимости от объема и площади разлива нефти и нефтепродуктов на местности, во внутренних пресноводных водоемах, выделяются чрезвычайные ситуации следующих категорий:

1. **Локального значения** – разлив от нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов (определяется специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды) до 100 тонн нефти и нефтепродуктов на территории объекта;

2. **Муниципального значения** – разлив от 100 до 500 тонн нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы муниципального образования либо разлив до 100 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы территории объекта;

3. **Территориального значения** – разлив от 500 до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы субъекта Российской Федерации либо разлив от 100 до 500 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы муниципального образования;

4. **Регионального значения** – разлив от 1000 до 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив от 500 до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов,

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выходящий за пределы административной границы субъекта Российской Федерации;

**5. Федерального значения** – разлив свыше 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив нефти и нефтепродуктов вне зависимости от объема, выходящий за пределы государственной границы Российской Федерации, а также разлив нефти и нефтепродуктов, поступающий с территорий сопредельных государств (трансграничного значения) [1].

В зависимости от объема разлива нефти и нефтепродуктов на море выделяются чрезвычайные ситуации следующих категорий:

**1. Локального значения** – разлив от нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов (определяется специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды) до 500 тонн нефти и нефтепродуктов;

**2. Регионального значения** – разлив от 500 до 5000 тонн нефти и нефтепродуктов;

**3. Федерального значения** – разлив свыше 5000 тонн нефти и нефтепродуктов.

В зависимости от местоположения разлива и гидрометеорологических условий категория чрезвычайной ситуации может быть повышена.

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов предусматривает выполнение многофункционального комплекса задач, реализацию различных методов и использование технических средств. Вне зависимости от характера аварийного разлива нефти и нефтепродуктов (ННП) первоначальные меры по его ликвидации должны быть нацелены на локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения площади загрязнения [1].

### 2.2.2. Поведение нефти и нефтепродуктов на дневной поверхности

Нефть в силу своих физических свойств при изливе на дневную поверхность, попадая на грунт, воду, снег, лед, ведет себя на каждой из этих

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

поверхностях по разному.

#### 2.2.2.1. Поведение нефти и нефтепродуктов на почве

При разливе внушительного объема нефть растекается по рельефу. Нефть, заполняя понижения рельефа, загрязняет все больше территории земли.

Нефть имеет большую проникающую способность. Поэтому чем дальше нефть находится на почве, тем дальше проникает, впитывается на большую глубину грунта, что осложняет локализацию и ликвидацию нефтяного разлива.

При попадании нефти в почву нарушаются биологические (особенно микробиологические), химические и физические процессы, что приводит к разрушению структуры почвы и нарушению водно-воздушного режима, прекращению нормального роста растений в течение ряда лет. Срок восстановления (саморекультивации) почв, загрязненных нефтью, составляет от 1–2 до 10–15 и более лет [3].

Ранжирование загрязненных участков производят согласно инструкции «Порядок определения ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (1993) в зависимости от степени загрязнения (мг/кг): допустимая меньше ПДК; слабая 1000–2000; средняя 2000–3000; очень сильная больше 5000. На слабозагрязненных почвах всех типов и разного гранулометрического состава можно получить растениеводческую продукцию на производственные цели, фураж и семена без ограничений. Рекомендуются ограничено использовать среднезагрязненные почвы, т.е. возможно репрофилирование землепользования с обязательным контролем содержания загрязняющих веществ, увеличение доли многолетних трав в структуре посевных площадей.

#### 2.2.2.2. Поведение нефти и нефтепродуктов на воде

После разлива нефть в течение первых часов распространяется по аква-

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тории и покрывает воду пленкой толщиной 0,1–1 мм, с отдельными скоплениями толщиной до 10 мм. Исходной информацией для установки боновых заграждений является площадь и полупериметр пятна загрязнения. Эти параметры можно оценить по различным методикам (табл. 2.2.2.2.1.).

Таблица 2.2.2.2.1. Средняя площадь и размеры нефтяного пятна на открытой воде через 4 ч после разлива

Объем разлива, т	Средняя толщина нефтяной пленки, мм	Площадь, км <sup>2</sup>	Полупериметр, м
50	0,2	0,30	965
500	0,5	1,19	1 930
5000	1,0	5,95	4 320

В результате аварии вылившаяся нефть стремительно распространяется по поверхности акватории, в результате чего образуются нефтяные поля:

- в штиль, при отсутствии течения, нефть распространяется равномерно во все стороны, при этом образуется круг, радиус которого изменяется во времени;
- в ветреную погоду образуются поверхностные течения, в связи с чем нефтяное пятно вытягивается по направлению преобладающего вектора скоростей ветра и течения.

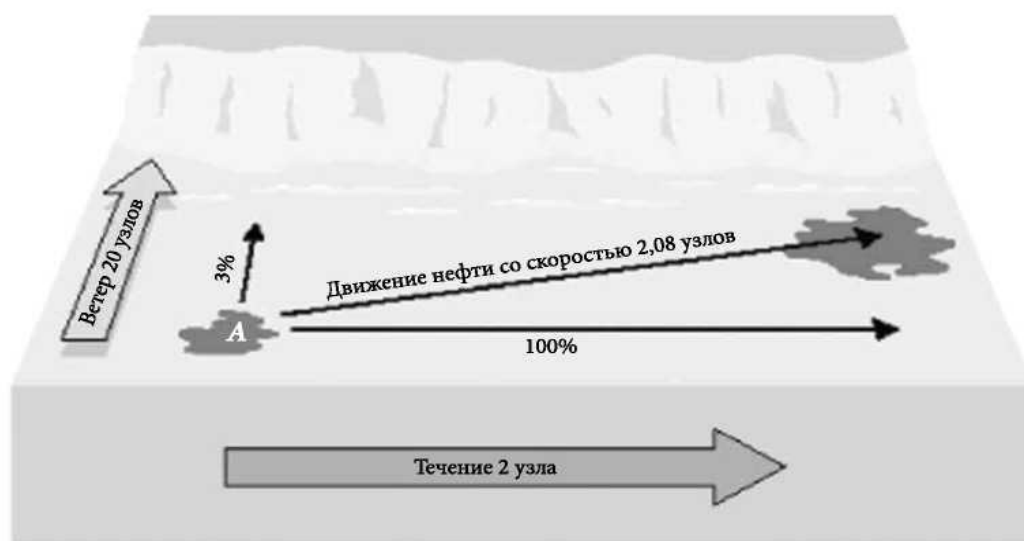


Рис. 2.2.2.2.1. Направление движения нефтяного пятна на открытой воде

Нефть, распространившаяся по поверхности воды, движется вместе с поверхностным слоем воды – в том же направлении и с такой же скоростью. Течение и ветер являются главными факторами, определяющими перемещение нефтяного пятна. Направление дрейфа пятна определяется путем сложения векторов направления поверхностного течения и ветра (рис. 2.2.2.2.1). Скорость дрейфа складывается из 97–95% скорости поверхностного течения и 3–5% скорости ветра [11].

Распространение нефтяных пятен происходит за счет эмульгирования. При волнении величиной в пять баллов уже через двенадцать часов эмульгированию подвергается порядка 15% нефти. Больше половины разлившейся нефти находится в виде прямой эмульсии («нефть в воде»). Также при разливах нефти образуется обратная эмульсия («вода в нефти»). Возникновение прямой эмульсии может повлечь за собой исчезновение нефти с поверхности акватории. В случае изменения условий нефтяное пятно может возникнуть на поверхности вновь. Обратная эмульсия характеризуется высокой стойкостью. Она типична для смеси воды и вязкой нефти и содержит 50–80% свободной воды. Внешне обратная эмульсия похожа на чистую нефть.

Во время движения нефтяное пятно постоянно трансформируется. В качестве примера на рис. 2.2.2.2.1 изображен сценарий трансформации разлива 1000 м нефти.

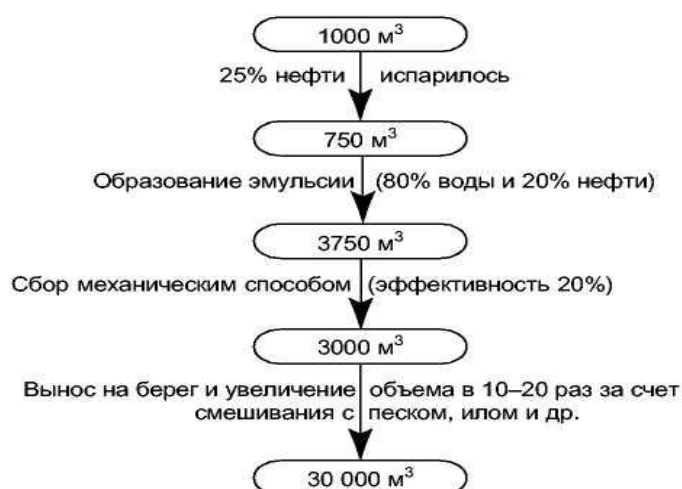


Рис. 2.2.2.2.1. Типичный сценарий трансформации разлива сырой нефти в тёплое время года

### 2.2.2.3. Поведение нефти и нефтепродуктов в ледовых условиях

При сплоченности льда выше трех баллов возникают барьеры для растекания нефти, при этом нефть попадает в неровности нижней поверхности ледового покрытия. При большой сплоченности льда с показателями 8–9 баллов даже весьма крупные разливы объемом более тысячи тонн распространяются лишь на несколько сот метров от места аварийного разлива нефти (табл. 2.2.2.3.1).

Таблица 2.2.2.3.1. Площадь нефтяного пятна (км<sup>2</sup>) в ледовых условиях через 24 ч после разлива

Объем разлива, т	4 балла, км <sup>2</sup>	6 баллов, км <sup>2</sup>	9 баллов, км <sup>2</sup>
50	0,18	0,12	0,03
500	0,71	0,48	0,12
5000	3,57	2,38	0,59

Растекание, дрейф и процессы деградации нефти имеют свои особенности, которые, в условиях ледяного покрова, определяются внешними природными факторами.

Температура окружающей среды оказывает значительное влияние на процесс растекания. В зависимости от нее меняются свойства нефти, такие, как вязкость, плотность, поверхностное натяжение, а также направление, сила течения и ветра [2].

При попадении на ограниченную поверхность воды, нефть оказывается подо льдом, на льду и во льду (процесс сорбации льдом).

Основное влияние на попадание нефти под ледовую поверхность оказывает плотность нефтепродукта. При нулевой температуре по Цельсию плотность тяжелой нефти превышает плотность льда. Эта разница растет по мере деградации нефти. При таких условиях нефть как бы затекает под лед. Легкие сорта нефти также попадают под лед, но уже под влиянием течения и ветра. Согласно наблюдениям, при скорости ветра 12 м/с и скорости течения 0,5 м/с, нефть без затруднений попадает под лед толщиной 15–45 см.

Нефть остается подо льдом в течение продолжительного времени, при

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

этом она перемещается вместе с ним или движется относительно него под воздействием течения. Скорость течения, неровности нижней поверхности льда, его рыхлость, а также плотность и вязкость нефти влияют на скорость перемещения нефти и нефтепродуктов. Также на перемещение пятна нефти значительно влияет ветер, а на перемещение льда – течение. В связи с этим иногда возникают случаи движения нефти и льда в разных направлениях. Для перемещения нефти подо льдом необходимо увеличение скорости течения воды, так наз. «предельной скорости». Выявлено, что для сырой нефти, которая находится подо льдом, характеризующимся сильной шероховатостью нижней поверхности, величина предельной скорости течения составляет около 0,3 м/с, т. е. при скорости течения менее 0,3 м/с нефть не будет перемещаться относительно льда, а будет дрейфовать вместе с ним [28].

Для легких сортов нефти при выровненной поверхности ледяного покрова предельная скорость составляет около 0,035 м/с.

Наличием и толщиной снежного покрова определяются рыхлость нижней поверхности льда и ее неровность. При неравномерном распределении снежного покрова и различной толщине слоя влияние снега как изолята также неравномерно, что приводит к различной толщине льда. Такие неровности в нижней поверхности льда представляют собой полости, в которых может накапливаться и храниться нефть подо льдом.

Нефть из источника разлива попадает на поверхность льда, проникает через поры и трещины льда, а также выбрасывается на лед при раскачивании льдин во время волнения. Процесс налипания нефти активно развивается в случае наличия на поверхности льда снежного покрова, с которым нефть образует вязкую кашу, что значительно осложняет процесс очистки и сбора нефти.

В результате таяния во льду образуются поры и каналы – от них зависит способность проникновения нефти. Но в еще большей степени она характеризуется плотностью и вязкостью нефти. Кроме того, нефть, накопившаяся подо льдом во впадинах, в процессе намерзания льда оказывается в толще,

					АНАЛИЗ И ПРИЧЫ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



где может находиться до полного таяния льда. Во время оттепели нефть, находящаяся на поверхности льда, проникает внутрь него по причине того, что температура нефти, нагретой лучами солнца, выше температуры льда. При последующем понижении температуры поверхность нефти, проникшей в лед, образуется ледовая корка. При неоднократной смене таких периодов оттепели и похолодания образуется слоеный пласт льда и нефти.

При торошении таких льдов нефть задерживается среди обломков и сохраняется до таяния льдин.

Основные типы поведения нефти во льду следующие:

- сцепление свежеразлитой нефти со льдом – как с битым, так и со сплошным – очень слабое и неустойчивое. Нефть легко смывается струями воды с поверхности льда. Но спустя несколько суток удалить нефть со льда уже очень тяжело;
- задержка нефти на льду сильнее происходит на нижней поверхности льда за счет ее рыхлости, нежели на твердой и гладкой;
- лед не допускает растекания нефти на большие площади.

### 3. СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Всемирный опыт ликвидации загрязнений окружающей среды нефтью и нефтепродуктами гласит, что для оперативного реагирования на аварийные ситуации необходим постоянно находящийся в готовности комплекс технических средств [27].

Процесс ликвидации аварийного разлива нефти условно можно разбить на три стадии:

1. Локализация разлива;
2. Сбор и извлечение продукта с поверхности воды или почвы;
3. Перемещение собранного продукта к месту переработки или утилизации.

Каждой стадии присущи свои средства и технологии. Современные средства для локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов можно подразделить на:

- боновые заграждения;
- скиммеры;
- сорбенты;
- диспергаторы;
- биохимические препараты;
- микробиологические средства;
- вспомогательные средства;

#### 3.1. Боновые заграждения

С помощью боновых заграждений обеспечивается эффективная локализация зон разлива нефти в акватории портов, водохранилищ, затонов, рек, в открытом море. Они применяются для ограждения нефтеналивных судов

открытом море. Они применяются для ограждения нефтеналивных судов					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения			Лит.	Лист	Листов		
Руководит.		Шмурыгин В.А.								42	128	
Консульт.								ТПУ гр. 3-2Т01				
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.										

в процессе выполнения грузовых операций, тем самым обеспечивая надежную защиту от загрязнения водного пространства.

Боны производятся из специальной прорезиненной ткани, которая обладает высокой прочностью, стойкостью к воздействию кислот, щелочей, нефти и нефтепродуктов. Специальные замковые соединения позволяют оперативно установить боновые заграждения в случае аварийной ситуации.

Боны используются как отдельно, так и в комплексе со средствами для локализации пятен нефти.

Боновые заграждения группируют по условиям применения:

*Первый класс* – для защищенных акваторий;

*Второй класс* – для прибрежной зоны, перекрытия входов в гавани, порты, акватории судоремонтных заводов и т.д.;

*Третий класс* – для открытого моря.

Боны разделяются на несколько групп, в зависимости от назначения:

- нефтеудерживающие;
- сорбционно-удерживающие;
- огнестойкие.

На сегодняшний момент разработано около 150 различных боновых заграждений.

Нефтеудерживающие боны производятся для работы во всех морских и речных акваториях.

Для работы в открытом море и акваторий больших морских портов боны производятся из прочных стальных и синтетических материалов.

Часто их изготавливают полностью симметричными, то есть они не разделяются на переднюю и заднюю рабочую сторону. Эта конструктивная позволяет быстро перемещать боновые заграждения в разные места, а также дает возможность локализовать разлив с разных сторон [27].

Боны постоянной плавучести разработаны для ограждения разлива нефти на всех водных акваториях и защите судов от разлива нефти при наливе или сливе нефти и нефтепродуктов. Боны рассчитаны на большие усилия,

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

что дает возможность их транспортировать по воде со скоростью три узла. Конструкция позволяет достигнуть максимального сопротивления волновым и ветровым нагрузкам.



Рис. 3.1.1. Нефтеограждающие боны

Часто их изготавливают полностью симметричными, то есть они не разделяются на переднюю и заднюю рабочую сторону. Эта конструктивная позволяет быстро перемещать боновые заграждения в разные места, а также дает возможность локализовать разлив с разных сторон.

Боны постоянной плавучести разработаны для ограждения разлива нефти на всех водных акваториях и защите судов от разлива нефти при наливе или сливе нефти и нефтепродуктов. Боны рассчитаны на большие усилия, что дает возможность их транспортировать по воде со скоростью три узла. Конструкция позволяет достигнуть максимального сопротивления волновым и ветровым нагрузкам.

В закрытых водоемах, реках и акваториях портов часто применяются в качестве аварийных сверхлегкие нефтеограждающие боновые заграждения. Они изготавливаются с применением пропилена, из-за этого после применения их сжигают, в силу того, что стоимость очистки от нефти равноценна но-

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

вым бонам.

Заградительные боны разработаны для локализации разлившейся нефти с целью препятствия дальнейшего дрейфа и рассеивания, подвода к нефтесобирающим установкам и защиты береговой линии.

Боны состоят из отдельных секций, наполненных поплавками из легких материалов с тросами или цепями с низу и сверху. На торцах секции закреплены замки из сплава алюминия (искробезопасный состав), которые обеспечивает легкий и моментальный сбор – разбор секций в любых условиях. Конструкция замковых соединений (рисунок 3.1.2) не дает нефти возможности просочиться в местах соединения замков. На стальные части бонового заграждения на нанесено покрытие не дающее искр. Боны выполняя свои функции как на спокойной воде, так и при скорости потока до 1,7 м/с.

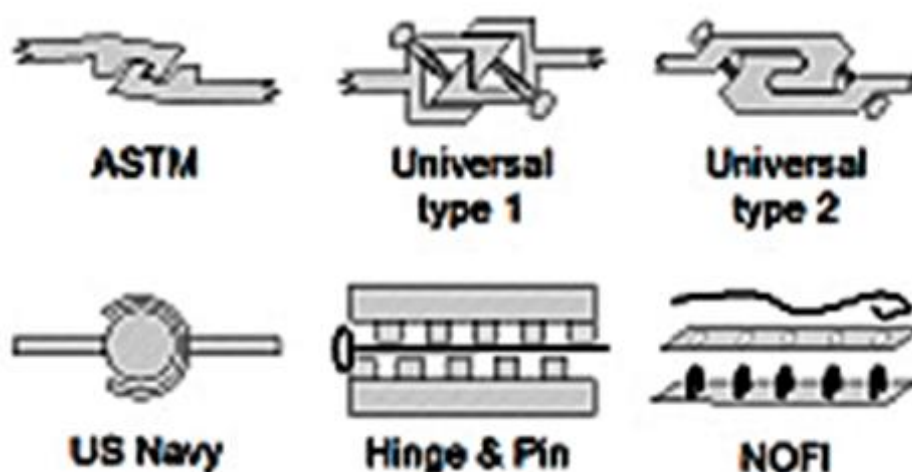


Рис. 3.1.2. Конструкция замковых соединений бонов

Всплывающие боновые заграждения обеспечивают оперативность раз-  
вертывания (боны перекрывают реку в течении 2–3 минут). Всплытие осу-  
ществляется дистанционно с момента обнаружения нефтяного пятна. Пуско-  
вое устройство состоит из связки баллонов наполненных сжатым воздухом.  
Материал бонов рассчитан на высокую прочность и устойчив к нефтепродук-  
там. Швы сделаны с помощью высокочастотной сварки. Боны, расположены  
по дну реки, способны работать в любое время года и в дежурном состоянии  
не создают проблем для прохождения судов.

Всплывающие боновые заграждения надежно локализацию и позволяют производить сбор нефти с водной поверхности. Комплекс используется в течении пяти лет, с ревизией один раз в год.

Боны выпускаются надувные и с упругим наполнением. Надувные боновые заграждения относятся как к оперативным средствам защиты водоемов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, так и к стационарным заграждениям морского назначения. Надувные заграждения легко переносятся с одного судна на другой и достаточно быстро доставляются в собранном виде к удаленному месту разлива нефти. Баллоны накачиваются воздухом при помощи специальной системы, и заграждение монтируется довольно оперативно. Система отличается компактностью, надежностью и долговечностью. К недостаткам надувных бонов можно отнести повышенные требования к материалу (устойчивость к воздействию агрессивной среды) и возможность повреждения надувного баллона.

Боны с упругим наполнением занимают больше места, чем надувные, но имеют ряд значительных преимуществ. Наполнение из современных синтетических материалов невосприимчиво к воздействию нефти, секции имеют небольшой вес. Для спуска на воду конструкция не требует дополнительного оборудования (компрессоры, барабаны, лебедки). Повреждений боны с упругим наполнением не боятся и даже выдерживают навал между двух судов. Оригинальная система соединения секций обеспечивает герметичность и возможность повышенной скорости буксировки (до 6 узлов). Боны с упругим наполнением имеют повышенную заграждающую способность за счет точного огибания волны.

*Боны сорбционно-удерживающие* не только задерживают и концентрируют нефтяную пленку, но и сорбируют ее при незначительных скоростях течения и ветра. Боны обладают необходимой положительной плавучестью даже в состоянии полного насыщения нефтепродуктами при хорошей скорости сорбции и средней емкости бона порядка 3–4 кг

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нефтепродукта на 1 погонный метр бона. Сорбционно-заградительные боны представляют собой многослойные конструкции, состоящие из нетканого сорбента, элемента, обеспечивающего конструкции плавучесть, и сетки, придающей конструкции необходимую форму [8].

Сорбирующие боны предназначены для ограничения распространения нефтяных загрязнений, как при аварийных разливах, так и в превентивных целях для защиты участков размещения оборудования, добывающего, транспортирующего и перерабатывающего нефть и нефтепродукты, а также для сбора с поверхности воды разливов нефти и нефтепродуктов, очистки нефтесодержащих водных стоков [27].

Такой тип бонов имеет ряд конструктивных отличий, обеспечивающих возможность проникновения нефтепродуктов внутрь бона и их сорбцию. Сорбирующие боны собираются из отдельных секций различной длины, которые изготавливаются из сетного рукава или проницаемых материалов, заполненных синтетическими или природными сорбентами. Основными требованиями к сорбентам для заполнения бонов являются: отсутствие токсичности для человека и гидробионтов, гидрофобность, плавучесть, высокая сорбционная емкость и простота утилизации.

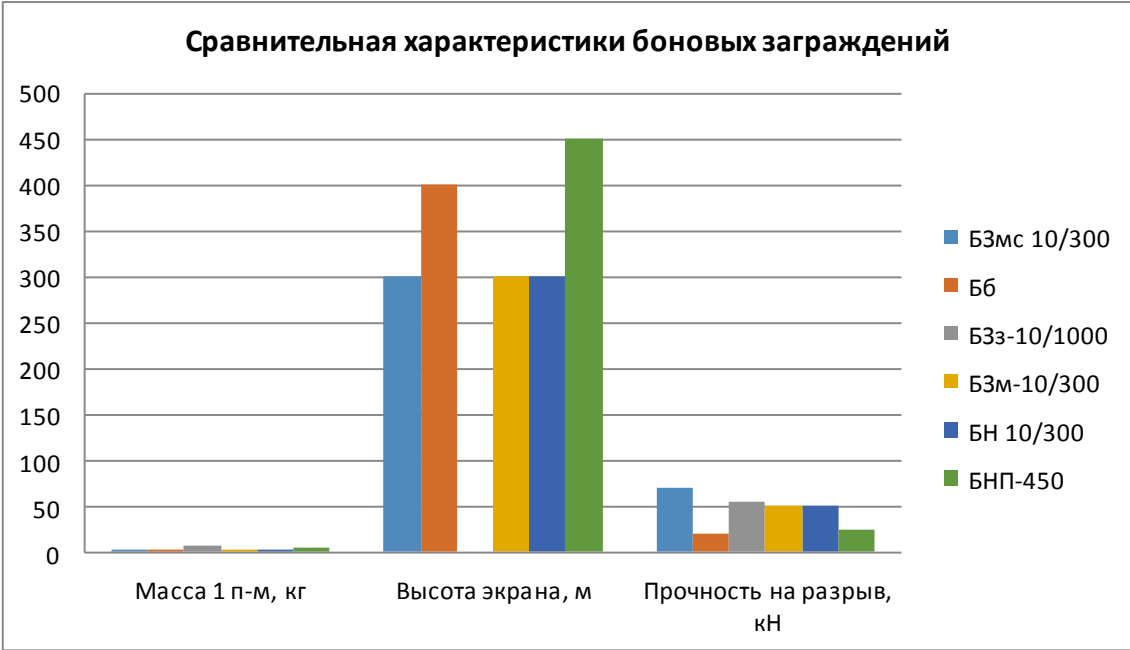


Рис. 3.1.3. Сравнения боновых заграждений

Для наполнения бонов с точки зрения экологической чистоты и деше-

визны сырья, наиболее приемлемыми являются сорбенты на базе органических природных веществ: торфа, опилок, сельскохозяйственных отходов (отрубей, соломы, рисовой шелухи и т.п.).

Общим недостатком синтетических сорбентов, а, следовательно, и бонов, в которых они используются, является сложность утилизации. Как правило, она проводится путем сжигания в специальных установках.

*Огнестойкие боны* применяются для локализации нефтяного разлива, утолщения слоя нефти с целью ее последующего поджога и сжигания.

Таблица 3.1.1. Характеристики боновых заграждений

Характеристики	БЗмс 10/300	Бб	БЗз 10/1000	БЗм 10/300	БН 10/300	БНП 450
Масса 1 п-м, кг	3,8	3	8	2,7	2,7	4
Высота экрана, м	300	400		300	300	450
Прочность на разрыв, кН	70	20	54	50	50	25

### 3.2. Скиммеры

При всем многообразии конструктивных решений и принципов сбора и приема нефти работа всех механических нефтесборных систем – *скиммеров*, основана на различии физических свойств нефти и воды (различие в плотности и в молекулярном сцеплении нефти и воды с поверхностями различных материалов). Эти различия определяют две основные группы: гравитационные устройства, использующие различие в плотности воды и нефти, и сорбционные, в которых используются свойства нефти налипать на поверхности либо впитываться некоторыми материалами.

Все типы нефтесборщиков – скиммеров включают узел для сбора нефти (плавающего или подвешенного вида) и насос для перекачки собранной нефти в емкость.

Гравитационные нефтесборные устройства можно подразделить на пять основных типов:

- вакуумные (по принципу непосредственного всасывания);
- пороговые (по принципу перетекания нефти через порог, удерживаемый ниже уровня воды);

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- погружного типа (с устройствами, вызывающими погружение нефти и улавливание ее в сборные емкости);
- с горизонтальным шнеком, имеющим постепенно убывающий шаг;
- центробежного типа, использующие энергию для образования всасывающей нефть воронки).

Вакуумные устройства эффективно применяются при сборе значительного количества высоковязкой нефти.

Вода вместе с нефтяной пленкой направляется в скиммер воздушными струями из заградительного барьера, расположенного под углом к поверхно-



Рис. 3.2.1. Скиммер.

сти воды. При ускорении, создаваемом центральной воздушной струей на входе, пленка нефти втягивается в скиммер [8].

Входное отверстие скиммера расположено выше уровня заградительной поверхности, поэтому в него попадает лишь тонкий верхний слой жидкости, нижние слои воды в него не попадают. За входным отверстием расположено расширенное пространство, в котором происходит снижение скоро-

сти поступившей в скиммер жидкости. При этом под действием собственного веса происходит сепарация воды и нефти. Более тяжелая по весу вода выходит из нижних отделов скиммера, а в верхнем отделе собирается нефть. При достаточном накоплении нефти анализатор уровня автоматически включает насос для откачки нефти.

Главной особенностью конструкции скиммеров порогового типа является наличие самонастраивающегося слива. В зависимости от производительности насоса величина откачиваемого слоя меняется от 2 до 30 мм. Это позволяет устанавливать такой режим работы, когда на слив поступает нефть с минимальным количеством воды.

Выпускаются и боновые скиммеры, которые выполняются в виде секции надувного бонового ограждения длиной 3–5 метров со встроенным оборудованием для удаления «пойманного» боновым ограждением пятна нефтепродуктов пороговым методом.

Сорбционные нефтесборные устройства можно подразделить на четыре группы:

- с горизонтальным олеофильным барабаном;
- дисковые, диски которых вращаются частично погруженными в воду, а налипающая на них нефть удаляется скребками;
- ленточные, оборудованные транспортной лентой с отжимным или скребковым механизмом;
- канатные, с плавающей тросшваброй и отжимной роликовой системой.

Сорбционные скиммеры эффективно работают на нефти средней вязкости.

По характеру применения несамоходные нефтесборные системы и устройства можно разделить на буксируемые, навесные и переносные.

Конструкция большинства сорбционных нефтесборщиков основана на апробированном принципе олеофильных дисков, сочетающем высокую производительность сбора нефти с очень низким содержанием свободной воды.

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Олеофильность означает хорошее (часто полное) смачивание, малое межфазное натяжение, устойчивость поверхностей к взаимному слипанию.

Щеточные нефтесборщики предназначены для эффективной работы на нефтяных разливах для сбора тяжелых, вязких нефтей в прибрежных водах, внутренних водах и портах.

Щеточный скиммер имеет щеточные диски, которые при вращении создают под водой воздействующие на нефтепродукты потоки, которые и переносят нефтепродукты на щетки. Щетки состоят из миллионов щетинок, образующих большую площадь налипания нефтепродуктов. В процессе вращения дисков вода стекает сквозь щетки в канал винта и выбрасывается из головной части нефтесборщика. Собранные дисками нефтепродукты снимаются в нефтесборочный бункер и откачиваются в накопительную емкость. Щеточные скиммеры способны собирать нефтепродукты любой вязкости.

Появились барабанные скиммерные установки как новая концепция в создании оборудования для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на водной поверхности. Принципиальная новизна технического решения, заложенного в конструкцию, заключается в оригинальных свойствах материала, из которого выполнена поверхность барабана: соприкасаясь с нефтью, рабочая поверхность притягивает и удерживает на себе нефть, а воду отталкивает. Этим объясняется минимальное количество воды в собираемой нефти (не более 3%).

Для сбора нефтепродуктов и мусора с водной поверхности используются специальные суда, с установкой нефтесборщиков, среди которых широко используются нефтесборщики барабанного типа. Как правило, такие суда имеют направляющие захваты, устройство для грубой очистки с механизмом сбора и измельчения мусора, нефтесборщик, палубную рубку с пультом управления, корзину для сбора измельченных частиц мусора, емкость для временного хранения нефти.

Эффективный сбор разлитых на водной поверхности нефтепродуктов обеспечивает ленточный жесткощеточный конвейер, который монтируется

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

на носу судна. Нефть и вода фильтруются через щетки несколько раз, вследствие чего вода становится чистой уже на выходе с ленточного коллектора. Скорость сбора обычно составляет 2–3 морских узла, причем мусор и нефтепродукты разделяются автоматически.

Традиционным методом борьбы с нефтяными загрязнениями в настоящее время на воде является механический сбор с помощью нефтяных сборщиков на корабельной основе. Теоретические расчеты показывают, что оптимальный диапазон толщины пленки нефти при разливе на воде до десятых долей миллиметра от нескольких сантиметров легко и эффективно убираются механически [8].

Однако практика реальных аварий демонстрирует, что даже при относительно комфортных погодных условиях и толщине пленки в несколько десятков миллиметров и более, стандартный сборщик нефти обычно собирает до 50–60% воды вместо нефти, в т.ч. в виде эмульсии (вода в нефти), которая требует дополнительной сепарации от нефти.

Таблица 3.2.1. – Технические характеристики нефтесборного оборудования

Технические характеристики	СУ-1Щ	СО-1	Спрут-1	СЩ-10	Lamor mini-max-20
Производительность, м³/час	10	10	15	10	20
Количество заборных валов, шт	1	1	1	1	1
Скорость вращения, об/мин	200	200	100	50	50
Масса нефтесборщика, кг	60	50	130	60	80
Масса откачивающей головки, кг	30	11	50	30	20
Содержание воды в собираемой нефти, %	8	5	5	5	5

### 3.3. Сорбенты

Сорбенты – это материалы, собирающие нефть адсорбции и абсорбции (налипания или впитывания).

Сорбция (от лат. sorbeo поглощаю) – поглощение твердым телом или жидкостью какого-либо вещества из окружающей среды. Основные разновидности сорбции *адсорбция, абсорбция, хемосорбция*.

*Абсорбция* – поглощение какого-либо вещества из окружающей среды

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

всей массой поглощающего тела (адсорбента). *Адсорбция* (от лат. ad на, при и sorbeo поглощаю) поглощение газов, паров или жидкостей поверхностным слоем твердого тела (адсорбента) или жидкости. Физическая адсорбция – результат действия дисперсионных или электростатических сил. Если адсорбция сопровождается химической реакцией поглощаемого вещества с адсорбентом, то она называется *хемосорбцией*.

Главными требованиями, предъявляемыми к нефтесорбирующим материалам, являются: безвредность для окружающей среды; нефтеемкость (количество поглощенного нефтепродукта на единицу веса сорбента); плавучесть (в исходном и насыщенном состоянии); гидрофобность (сорбент не должен впитывать воду); возможность регенерации и повторного использования; технологичность изготовления и применения (удобство нанесения на поверхность и удаление); доступная стоимость [2].

Именно по совокупности этих факторов определяется эффективность применения нефтесорбирующих материалов.

Сбор нефти сорбентами является одним из возможных методов ликвидации разливов, когда работа других нефтесборных средств и специализированных плавсредств затруднена (малые глубины, ограниченные площади и т.д.).

Сорбенты разделяются на три типа: *неорганические, природные органические и искусственные органические*. Выпускаются в виде полос, ковров, матов, валиков, боновых заграждений, подушек и свободно разбрасываемого сорбента.

Сегодня наша промышленность предлагает не менее двухсот типов сорбентов. Характеристика некоторых сорбентов нефти и нефтепродуктов приведена в таблице 3.3.1.

Важная особенность всех представленных в таблице сорбентов – это их плавучесть, аналогичная нефти и нефтепродуктам.

Способ нанесения сорбента на водную поверхность и под нефтяное пятно – с помощью распылителя бункерного типа с использованием в каче-

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

стве носителя воздух (комплектуется компрессором) или воду (комплектуется насосом).

Таблица 3.3.1. – Характеристика сорбентов нефти и нефтепродуктов

Сорбент	Коэффициент нефтепогло-	Время впитывания, сек.	Плавучесть	Эффективность очистки, %
Резиновая крошка	1:4	60	Не тонет	92
Текстильный	1:16	60	Не тонет	99,98
Горошек	1:0,7	-	Не тонет	98,93
Пенополиуретан	1:6	30	Не тонет	83
Перлит	1:3	30	Не тонет	82,5
Опилки	1:1	30	Не тонет	67

Освоено производство сорбентов многоразового пользования для сбора разлитой нефти (нефтепродуктов) с поверхности воды, почвы, вплоть до удаления радужной пленки. Сорбенты удерживаются на поверхности воды, не тонут, хорошо сорбируют нефть при температурах от 0 до 30°C. Выпускаются в различной форме – рулонах, матах, салфетках и используются в зависимости от условий. Маты армированы волокнами из полипропилена и предназначены для использования в качестве плавучих нефтепоглощающих боновых заграждений (тралов) различной конструкции. Сорбционная емкость составляет 15–20 кг нефти на 1 кг адсорбента. Регенерация (отжим нефти) до 10 циклов снижает емкость на 1–2 кг. Общий объем сбора нефти – на 1 кг адсорбента до 150 кг нефти. Использованные сорбенты могут применяться как топливо, гидроизоляционный материал [2].

Несмотря на получение первичного экологического эффекта – разрыва сплошного пленочного загрязнения, сорбции растворенных и эмульгированных нефтей, – они имеют и существенный недостаток – требуют сбора и утилизации, которые не всегда на практике осуществимы.

Наибольшую трудность в технологическом аспекте представляет очистка водных поверхностей от плавающей нефти с помощью гидрофобных плавающих сыпучих сорбентов-собираателей. Обычно нефтесорбент пневматическим устройством распыляется на загрязненную водную поверхность и

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

после поглощения нефти собирается механическими средствами, например, сетчатым черпаком или специальным сепаратором.

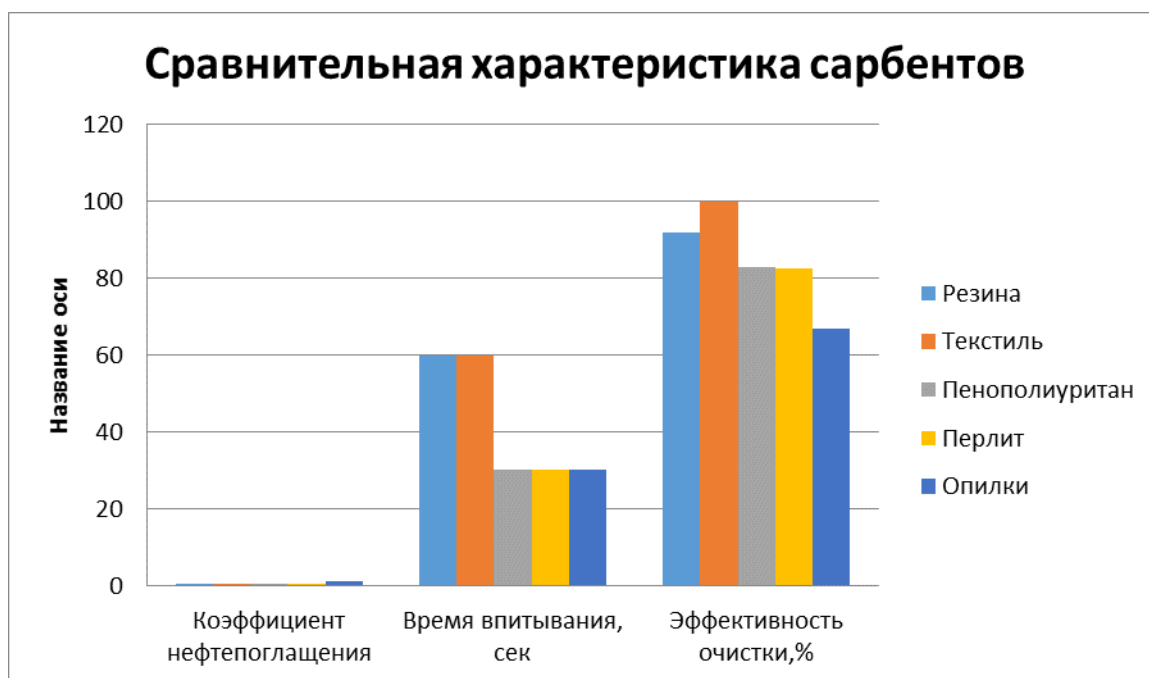


Рис. 3.3.1. – Сравнительная характеристика сорбентов.

Таблица 3.3.2. – Сравнительная характеристика сорбентов

Характеристики	Резина	Текстиль	Пенополиуритан	Перлит	Опилки
Коэффициент-нефтепоглощения	0,4	0,16	0,6	0,3	1
Время впитывания, сек	60	60	30	30	30
Эффективность очистки, %	92	99,98	83	82,5	67

### 3.4. Диспергаторы

Диспергаторы – это специальные химические вещества, которые превращают плавающую на поверхности нефтяную пленку в водорастворимую эмульсию в виде мелких капель, взвешенных в большом объеме воды, в результате чего ускоряются естественные процессы биологического разложения нефти. [35].

К детергентам относятся различные растворители и вещества, образующие эмульсию, которые химически воздействуют на молекулы углеводородных соединений и изменяют их поверхностное натяжение. Наибольшее число этих соединений относится к алкилбензолсульфонатам натрия, которые отличаются по длине углеродной цепи, связанной с бензольным кольцом. Следует отметить, что токсичность детергентов для морских организмов

часто выше, чем самой нефти, и широкое применение детергентов только усугубляет поражающее действие нефтяного загрязнения на гидробионты.

Широко применяемые диспергаторы представляют собой маслянистые нейтрализующие жидкости от светло-коричневого до темно-коричневого цвета.

Наибольшую опасность для экосистем гидросферы, мореплавания, береговых зон, влаго-, газо- и теплообмена между океаном и атмосферой представляет нефтяное загрязнение в виде пленки или slickов. Однако естественное разрушение нефтяной пленки протекает медленно. Для интенсификации этого процесса используют химические диспергирующие средства (ДС), в состав которых входят синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), без которых невозможен перевод пленки нефти в устойчивую прямую эмульсию, способную рассеиваться в поверхностном слое водоема.

Диспергирование – весьма полезный и часто единственный способ ликвидации разливов нефти в море, когда основной целью является предотвращение попадания нефти на побережье. Однако, при низких температурах воды, свойственных большинству морей России, естественные процессы разложения чрезвычайно медленны. В условиях штормовой погоды и низких температур основная масса нефти будет находиться в виде эмульсий с содержанием воды до 80%. Высокомолекулярные соединения, входящие в состав нефти, способствуют этому; при этом увеличивается объем и вязкость нефти. Для разрушения водно-нефтяных эмульсий («шоколадного мусса») пока не создано эффективных средств.

Диспергенты состоят из поверхностно-активных веществ и растворителей. Диспергенты уменьшают поверхностное натяжение на границе раздела воды и нефти, что приводит к взвешиванию нефти в верхнем слое водной толщи от 5 до 10 метров в виде мельчайших (от 20 до 70 микрон) капелек. Морские течения быстро разносят нефть, уменьшая ее концентрацию до очень низких значений (менее 1 части на миллион), что не приводит к ущербу морским формам жизни. В результате этого процесса нефть становится

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



легкодоступной бактериям, разлагающим в естественных условиях углеводороды, что ускоряет ее удаление из окружающей среды. Именно в результате этих процессов природа удаляла просачивающуюся в морскую среду нефть в течение миллионов лет.

Диспергенты удаляют нефть с водной поверхности, уменьшая потенциальное воздействие на птиц, представителей животного мира, уязвимые береговые линии и морские организмы, обитающие в приливных зонах. Предохраняя побережье от контакта с нефтью, диспергенты предотвращают ее воздействие на береговую линию или, по крайней мере, сводят масштабы такого воздействия к минимуму.

Применение диспергаторов целесообразно в тех случаях, когда не могут быть использованы механические средства сбора, при малой толщине нефтяной пленки (около 0,1 мм), при опасности воспламенения и взрыва разлитой нефти или при необходимости быстрой защиты экологически чувствительных и экономически важных участков побережья. Наиболее эффективным считается применение диспергаторов при толщине пленки нефти в пределах от 0,1 до 1 мм.

Метод борьбы с разливами нефти путем применения диспергаторов называется диспергированием [35].

Некоторые факторы в пользу применения диспергентов:

- применение диспергентов уменьшает воздействие разливов нефти на береговые линии, уязвимые места обитания птиц, представителей животного мира и т.д. за счет предотвращения контакта с нефтью;
- возможность применения в условиях сильного волнения моря и течений, причем данные условия усиливают эффективность применения диспергентов, в то время как другие альтернативные варианты, такие как механическое удаление, становятся неэффективными;
- применение диспергентов позволяет быстро обработать большие площади, что является ключевым условием преимущества перед другими методами, поскольку даже небольшое количество разлитой нефти может охва-

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тить обширную акваторию;

- позволяет проводить быстрые, экономичные мероприятия по ликвидации последствий разлива нефти в отдаленных районах;
- предотвращает образование эмульсий вода в нефти (мусса) и увеличивает время, возможное для принятия ряда контрмер (эмульсия – механическая смесь двух жидкостей, которые не смешиваются естественным путем, например, нефть и вода);
- ускоряет естественный процесс биodeградации, многократно увеличивая поверхность контакта бактерий с нефтью;
- снижает прилипаемость нефти, уменьшая тем самым степень ее прилипания к различным млекопитающим и птицам, береговой поверхности, судам и т.д.;
- дополняет другие технологии, используемые при ликвидации разлива нефти и, в определенных условиях, является более эффективным по сравнению с другими.

Диспергаторы – это химические реагенты. Химические реагенты нельзя вносить в море бесконтрольно, без соблюдения определенных норм и правил. Бездумное применение диспергаторов может привести к образованию очень высоких концентраций диспергированной нефти на мелководье, в результате чего морской флоре и фауне будет нанесен серьезный ущерб.

Риск, связанный с использованием диспергаторов, заключается в том, что некоторые морские организмы попадут под воздействие повышенных концентраций диспергированной нефти (и растворимых в воде нефтяных компонентов). При этом птицы страдают больше от нефтяной пленки на поверхности моря, чем от диспергированной нефти, а рыба (и другие представители морской флоры и фауны) страдает больше от диспергированной нефти, чем от нефтяной пленки на поверхности моря.

### 3.5. Биохимические препараты

*Биохимические препараты* – это органические сорбенты, предназначенные для ликвидации загрязнений воды и почвы нефтью и нефтепродуктами, перевода остаточной замазученности до экологически нейтральных соединений, для ускорения полной рекультивации загрязненных нефтепродуктами земель.

Эти препараты получают на основе штаммов микроорганизмов. В зависимости от способа получения (простой обработки или синтеза) они делятся на природные и искусственные. Широко известные биосорбенты типа «Путидойл» и «Деворойл» имеют форму порошка.

Расход биосорбента составляет порядка 3–10 кг/га или 150–200 кг на тонну нефтепродуктов [9].

Биосорбенты применимы для ликвидации разливов сырой нефти и любых нефтепродуктов. Последовательность действия биосорбента (типа «Биосорб») на нефть в воде приведена в таблице 4.5.1.

*Микробиологические средства*, основанные на использовании бактерий-нефтеразрушителей, эффективны при температурах воды не ниже +10–+15°C.

Таблица 3.5.1. – Последовательность действия биосорбента типа «Биосорб»

Тип эффекта	Время
Разрушение пленки и локализация нефтяного пятна	0,5-1 час
Сорбция нефти	2-4 часа
Начало биодеструкции	2-4 часа
Активизация естественного самоочищения воды от нефти	5-8 часов
Очистка поверхности и толщи воды от нефти (80-90%)	7-14 суток
Разрушение нефти в донных отложениях, аэробный процесс (50-75%)	40-50 суток
Разрушение нефти на препарате в береговой зоне (до 60-75%)	20-40 суток
Разрушение нефти в донных отложениях в условиях анаэробного разложения (50-	более 100 суток

Низкие температуры воды и воздуха тормозят естественные процессы химического, биологического и микробиологического окисления углеводов даже в летний период.

### 3.6. Инсиниаторы

*Инсиниаторы* – установки для сжигания нефтесодержащих продуктов, образующихся при проведении работ, связанных с устранением аварийных разливов нефти: отработанных сорбентов, нефтепитывающих матов и боннов, обтирочных и других материалов, разрешенных к утилизации термическим способом. Применение установки позволяет существенно снизить выбросы вредных веществ по сравнению с обычным открытым сжиганием. Установки используются в полевых условиях, а также на специально оборудованных площадках [8].



Рис 3.6.1. Инсиниатор

### 3.7. Отжимное устройство

Отжимное устройство представляет собой специальное механическое изделие, предназначенное для регенерации (отжима) сорбирующих материалов с целью их многократного использования. Применение отжимного устройства позволяет использовать сорбирующий материал до 10-ти циклов «сорбция-отжим» и более практически без потери им сорб-ционной емкости.

Принцип действия установки механического типа основан на применении

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

двух вращающихся отжимных валов, покрытых маслобензостойкой резиной, смонтированных на станине. Устройство позволяет эффективно отжимать сорбирующий материал (изделия из него) толщиной от 0,1 до 8,0 см [8].



Рис 3.7.1. Применение отжимного устройства

### 3.8. Гидропушка

Гидропушки предназначены, прежде всего, для отмывки береговой зоны рек и озер от нефти и нефтепродуктов. Они размещаются, как правило, на сухопутных или морских транспортных средствах и представляют собой комплект оборудования, состоящий из мотопомпы и штатного пожарного напорного переносного ствола.

Область применения:

- отмывка береговой полосы рек и озер от нефти и нефтепродуктов в процессе проведения оперативных работ по ликвидации аварийных разливов;
- отмывка нефтезагрязненного оборудования, конструкций и т.п.;
- средство пожаротушения.

Стандартная комплектация гидропушки:

- мотопомпа со встроенным двигателем;
- пожарный напорный переносной ствол;
- опорная подставка для ствола;
- шланг всасывающий напорный;
- комплект напорных разгрузочных шлангов.

### 3.9. Разбрасыватели

Разбрызгиватели бывают пневматические и механические с радиусом действия 5~50 м. В качестве технических средств нанесения сорбента на слой нефти могут использоваться стандартные компрессорные установки. Загрузка материала осуществляется через воронку, а распыление осуществляется через сопло воздуховода, который выполняется в виде гибкого шланга.

При разливах на море в качестве мобильного средства для размещения разбрасывателя диспергантов и биопрепаратов используются суда и летательные аппараты.

Для оперативного реагирования на разливы нефти необходим постоянно находящийся в готовности комплекс технических средств в виде универсальных экологических мобильных установок, содержащих постоянно возобновляемый (неснижаемый) запас природоохранных средств [8].

Состав комплекта природоохранных средств должен соответствовать конкретной специфике их применения. Отечественной промышленностью освоен промышленный выпуск природоохранного оборудования различного профиля, и в том числе экологических комплектов и автономных модулей, соответствующих отечественным и международным стандартам. Экологические модули формируются как для специфического (автотранспорт, суда, аэродромы), так и для универсального применения. Такие модули, как правило, включают в себя: сорбирующие средства, устройства для нанесения сорбента, мягкие емкости для сбора нефтепродуктов, насосы, скиммеры, бензопилы, шанцевый инструмент, комплект шлангов, дизелькомпрессор, установ-

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



ка для утилизации, ранцевый распылитель, боновые ограждения и др.

### 3.10. Резервуары секционные, разборные

Разборные резервуары РР предназначены для сбора и временного хранения нефти и нефтепродуктов при ликвидации аварийных разливов, а также плановых работ по очистке нефтяных амбаров, нефтехранилищ, прудов отстойников. Могут использоваться для хранения запаса воды, складирования загрязненных грунтов, ила, льда, снега с целью последующей отмывки.

Резервуар РР представляет собой собираемую цилиндрическую обечайку, выполненную из листового алюминия, внутри которой устанавливается герметичный чехол из прочной полимерной ткани. Для слива собранной жидкости из разборного резервуара предусмотрена сливная горловина с вентилем "Ду-50". Жидкость можно откачивать с использованием любого насосного оборудования. Конструкция разборных-секционных резервуаров позволяет производить монтаж на местности с минимальной подготовкой площадки. Жесткая обечайка обеспечивает высокую надежность в эксплуатации и защищает от случайных повреждений при проведении работ в непосредственной близости от резервуара [8].



Рис. 3.10.1. Резервуар секционный разборный

На концах каждой секции разборного резервуара установлены уни-

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

версальные замки типа "Universal slide type 2". Замки обеспечивают быстрое и надежное соединение (разъединение) секций между собой. Замки искробезопасного исполнения, изготовлены из специального сплава алюминия.

					СРЕДСТВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 4. ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Работы связанные с разливом нефти можно разделить на три этапа:

1. Локализация разлитой нефти;
2. Сбор разлитой нефти с дневной поверхности;
3. Рекультивация земель после сбора нефти.

Следует отметить, что четкой границы между этапами нет, так как работы проводят одновременно как по локализации так и по сбору разлитой нефти.

### 4.1. Локализация нефтяных разливов

Локализация – это комплекс работ направленных на ограничение распространения нефти и придание потоку нефти заданного направления и свойств.

Нефтяные пятна локализуют в любых условиях, на суше, на воде и зимой на воде покрытой льдом.

Локализацию нефтяных пятен проводят в кратчайшие сроки не превышающие на суше 6-ти часов, а на воде 4-х часов.

Локализация аварийных разливов нефти на грунту и заболоченных участках производится методом обвалования нефтяного пятна местным или привозным грунтом.

Обвалование – это система заградительных сооружений препятствующих распространению нефти и нефтепродуктов по рельефу местности.

Если на заболоченном участке в кратчайшие сроки не получается построить обвалование в связи с большим объемом работ или по другим причинам, применяют для локализации таких участков специальные болотные боны.

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов	
Руководит.		Шмурыгин В.А.					65	128	
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Т01			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.							

Земляное обвалование сооружают из глинистых не дренирующих грунтов с послойным уплотнением. В основании обвалования растительный грунт необходимо снимать на всю толщину, чтобы предотвратить дренирование жидкости через основание обвалования.

На протяжении всего периода работ должен вестись контроль за целостностью обвалования и при необходимости вести отбор проб грунта вблизи внешнего периметра обвалования.

Внутри обвалования также строятся нефтеловушки, каналы и отстойники, применяются локализующие боны.

*Нефтеловушка (гидрозатвор)* представляет собой гидротехническое сооружение для перекрытия водотоков с целью предотвращения распространения аварийной нефти. Гидрозатвор состоит из земляной плотины, ограждающей дамбы, водопропускного сооружения и отстойника. Гидрозатворы позволяют предотвратить распространение нефти и произвести ее сбор в отстойнике. Для сбора аварийной нефти предусматривается устройство площадок и подъездов для механизированного сбора и перевозки аварийной нефти.

После сбора нефти и завершения очистных работ проводится разборка гидрозатвора и биорекультивация нарушенных земель.

Водопропускное сооружение гидрозатвора состоит из труб металлических диаметром от 330 до 1400 мм. Для обеспечения отвода воды из среднего слоя отстойника трубы укладываются с обратным уклоном или приваривается колено. Отстойник рассматривается как аккумулирующая емкость для отстоя и сбора аварийной нефти. Поток воды в отстойнике должен иметь ламинарный режим течения, при котором аварийная нефть всплывает на поверхность, а частицы нефтезагрязненного грунта оседают на дно.

Для локализации аварийной нефти и отвода избыточной воды на переувлажненных землях и болотах прокладывают открытые каналы, устраивают отстойники, где с поверхности воды собирают аварийную нефть и нефтепродукты. Строительство открытых каналов ведут землеройными машинами, реже взрывным способом или способами гидромеханизации.

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для локализации и сбора аварийной нефти на водотоках и водной поверхности озер и болот применяются боновые заграждения, которые позволяют оперативно перекрывать водоток и задерживать нефть и нефтепродукты, находящиеся на поверхности воды, и направляют нефть к месту сбора. Для локализации аварийной нефти на водотоках и водоемах используются боны: береговые (секция 21 м), речные (секция 10 м), заградительные (секция 30 м), портовые и болотные [4].

Для локализации разлива нефти на реках применяют установку удерживающих боновых заграждений с учетом ширины и скорости течения реки с целью создания так называемого рубежа задержания.

Способ установки бонов со стопроцентным перекрытием русла реки применим для малых рек, несудоходных рек и рек со скоростями течения до 0,3 м/сек.

Для защиты берегов от нефтезагрязнения на водотоках применяют боновые береговые заграждения. Они позволяют направлять аварийную нефть к местам сбора, не пропуская ее по всему сечению водотока (рис. 4.1.1.).

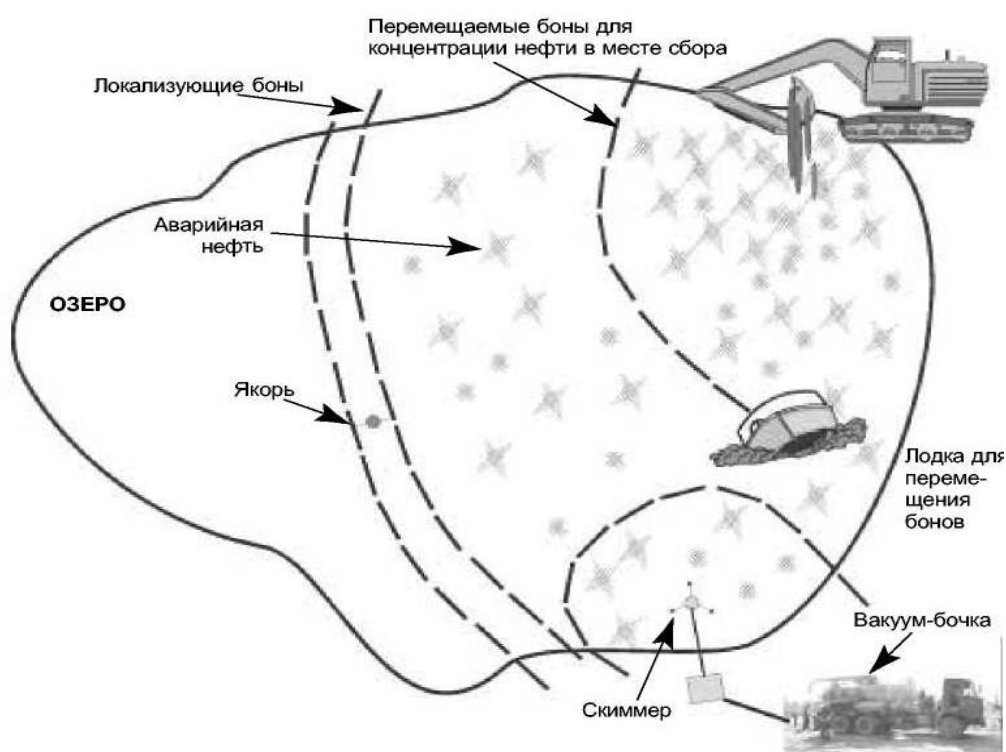


Рис. 4.1.1. Схема локализации и сбора нефти

## 4.2. Ликвидация разлива нефти

Работы по ликвидации аварийного разлива нефти на земле делятся на два вида грубые и щадящие. При грубой очистке бульдозерами и экскаваторами нефть счищается вместе с поверхностным слоем земли. При щадящей – верхний почвенный слой и растительность сохраняются, загрязненный участок временно заводняется, а нефть собирается уже с поверхности воды. Кроме того, нефть смывается с помощью водяных струй и собирается в ручную и средствами малой механизации.

На сильно загрязненных нефтью участках (толщина слоя 30–50 см) хорошо зарекомендовала себя следующая последовательность очистных работ. Вначале нефть собирается в ручную или, при заводнении участка, нефтесборщиками. Потом оставшаяся нефть либо смывается водой под высоким давлением, либо верхний загрязненный слой почвы срезается.

Наиболее распространенным методом ликвидации последствий нефтяных разливов является засыпка замазученных земель песком. Используемый для засыпки разливов нефти карьерный и намывной песок не способен восстановить плодородие почвы в полной мере. Засыпка нефтяных разливов на почве торфом является более удачной технологией, но без перемешивания мульчирующего торфяного слоя с загрязненным грунтом не может считаться экологически приемлемой. Был предложен способ рекультивации нефтезагрязненных земель взрывным методом: при этом необходимо густо разместить микрозаряды, обеспечивающие сплошное перемешивание торфяной залежи [4].

Краткое описание применяемых технологий сбора нефти с грунта механическим методом приведено в таблице 4.2.1.

Но, как показал опыт ликвидации последствий разлива в Республике Коми, механическая очистка земель от нефти до предельно допустимого уровня содержания углеводородов не всегда возможна и экологически оправдана.

В северных условиях, где добывается основная часть российской нефти,

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при низких температурах нефть имеет высокую вязкость, поэтому находят применение следующие методы сбора аварийной нефти.

На болотах используется метод выдавливания – механическое удаление нефти с использованием заваренной с торцов трубы, которую протаскивают по загрязненным землям, подгоняя нефть к местам сбора. Заполнение трубы водой позволяет изменять давление на грунт.

Таблица 4.2.1 – Технологии сбора разлитой нефти с грунта

Технология	Описание
Заводнение	Заполнение понижения (или участка между дамбами) водой, которая позволяет собирать нефть с поверхности воды, смывать ее брандспойтами с поверхности земли.
Смыв холодной водой	Предусматривает использование высоконапорных насосов, шлангов и брандспойтов для удаления, мобилизации и перемещения нефти в точки сбора.
Смыв горячей водой	Вода предварительно подогревается до 25~35°C для снижения вязкости нефти и оптимизации процесса. Использование теплой воды обеспечивает безопасность и позволяет сохранить животные и растительные организмы почв.
Уборка	Производится для удаления больших слоев нефти с поверхности грунта.
Очистка резиновыми скребками	Использование резиновых скребков для удаления нефти с поверхности грунта и перемещения ее в места сбора.
Механическое снятие загрязненного	Проводится с использованием техники для удаления замазученных материалов и обычно предусматривает удаление некоторого слоя грунта.
Откачка	Откачка нефти с использованием различных электронасосов в емкости или автоцистерны для перевозки.
Нефтесборщики	Использование различных типов скиммеров, предназначенных для сбора нефти различной вязкости с водных поверхностей.
Зумпф	Вырытые небольшие углубления, которые устраиваются в районах сбора нефти вниз по склонам.
Вакуумная откачка	Производится с использованием передвижных вакуумных насосов, шлангов и емкостей для откачки нефти с поверхности воды.
Сжигание	Сжигание может производиться для удаления нефти с поверхности грунта и воды и для утилизации ее после сбора. Для поджигания нефти используются факелы. Необходимы меры предосторожности для предотвращения возгорания прилегающих территорий и обеспечения ТБ.
Водоотводящие каналы	Устраиваются в зимне-весенний период для отвода грунтовых вод на переувлажненных участках.

Сбор аварийной нефти при помощи скребка, изготовленного из разрезанной трубы, эффективен при наличии поверхностной вязкой аварийной нефти. Трактор через лебедки перемещает скребок с аварийной нефтью к местам сбора. Перемещение трубы и скребка выполняется при помощи троса.

прикрепленного к лебедкам двух тракторов, находящихся на локализирующих дамбах.

В северных условиях сбор аварийной нефти может осуществляться при помощи одноковшовых экскаваторов и бульдозеров.

Для России злободневной является ликвидация нефтяных разливов, которые происходят в зимнее время (например, разлив нефти на реке Белой в 1995 году).

В случае разлива нефти на ледовой поверхности она собирается механическим способом, может сжигаться или собираться специальными сорбентами. Однако в случае разлива нефти подо льдом сценарий детально не разработан, а только намечен. Так, если разлив небольшой (до 100 тонн), рекомендуется прорезать траншеи под углом 50–60° от оси движения нефтяного пятна, очистить траншеи ото льда, механическим способом собрать нефть или сжечь ее. Несожженную часть нефти можно собрать специальным сорбентом [4].

При обширном разливе подо льдом (более 100 тонн нефти) – предлагается прокладывать ледоколом 1–3 прохода на пути движения нефтяного пятна. Всплывшую нефть можно собрать механическим путем, сжечь или собрать сорбентом. Разработчики предпочитают сжигание, полагая, что в условиях полыньи нефть не будет сильно эмульгирована из-за отсутствия волнения.

#### 4.3. Технология рекультивации нефтезагрязненных земель

Когда завершается сбор «видимой» нефти, тогда замеряется остаточная концентрация нефти в грунте, которая зависит, в частности, и от применяемых технологий.

После аварии власти часто ставят задачу полностью очистить территорию от нефтяного разлива. Но оказалось, чтобы выполнить такие жесткие нормативы, пришлось бы полностью уничтожить верхний слой не только на месте разлива. Ученые предложили отказаться от обязательного требова-

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ния очистить почву до такой степени, чтобы на всей территории разлива содержание нефти было не более 1 г на 1 кг почвы. Во многих случаях не стоит даже пытаться восстановить полностью исходную экосистему. Во-первых, потому, что это практически невозможно, во-вторых, потому, что с определенными концентрациями нефти природа справляется сама [7].

Для экосистемы иногда гораздо более вредно, когда человек пытается исправить последствия незначительных загрязнений, пуская в ход тяжелую технику или сильные химические реагенты. Особо остро реагирует на такое грубое вмешательство природа Крайнего Севера. С другой стороны, северная природа весьма чувствительна и к самому нефтяному загрязнению, поскольку нефть здесь разлагается намного медленнее, и разливы могут оставаться на поверхности в течение десятков лет [4].

Целесообразно привязать нормативы загрязненности к различным природным зонам – тундре, тайге, широколиственным лесам, лесостепям и так далее. Разные по своему строению и биохимическому составу почвы тоже ведут себя по отношению к загрязнению по-разному. Хуже всего дело обстоит с торфяником, который практически сразу впитывает нефть и нефтепродукты, и их практически невозможно извлечь. Килограмм торфа может удерживать от 100 до 500 граммов нефтепродуктов. Песчаные и глинистые почвы впитывают примерно в 100 раз меньше, и в случае разлива нефтяное пятно почти полностью остается на поверхности [4, 7].

Задача состоит в том, чтобы определить, при каком уровне загрязненности не наблюдается угнетение экосистемы, и выбрать вариант очистки почв до допустимого уровня без нанесения большого ущерба окружающей среде. Наиболее жестким должен быть подход в тех случаях, когда продукты нефтяного загрязнения могут попасть в открытые водоемы – реки, озера, море.

Под термином «рекультивация нефтезагрязненных земель» понимается комплекс мер, направленный на ликвидацию разлива нефти как источника вторичного загрязнения природной среды, нейтрализацию остаточной нефти

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

в почве до уровня фитотоксичности и восстановление плодородия загрязненных почв до приемлемой хозяйственной значимости.

Но нет четких нормативов, до какой степени надо очищать почву от разливов нефти и нефтепродуктов. Сегодня эта задача передана на региональный уровень, поскольку нормативы по загрязнению зависят от большого числа сугубо местных факторов. Эта работа весьма актуальна. Определение допустимых параметров нефтяного загрязнения, во-первых, позволит снизить как прямой, так и побочный экологический ущерб, возникающий при проведении работ по рекультивации земель. Во-вторых, даст возможность нефтяным компаниям выработать оптимальные корпоративные природоохранные стратегии. И, наконец, в-третьих, позволит государственным контролирующим органам эффективнее воздействовать на нарушителей.

Для успешной борьбы с последствиями разливов нужно достоверно знать степень их воздействия на природу, а это до сих пор представляется даже специалистам весьма сложным. В определенных концентрациях нефть может и не наносить ущерба почве – иногда гораздо больший вред наносят действия человека по ее очистке.

В советское время не существовало никаких нормативов, которые бы определяли, до какой степени предприятия должны были очищать почву, которая загрязнялась в процессе выполнения тех или иных работ. Теоретически считалось, что почву надо было очищать до исходного природного состояния.

В 1993 году Госкомэкология разработала методический документ о «Порядке исчисления и определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», в котором впервые были приведены уровни загрязнения земель в зависимости от содержания того или иного вещества. Для нефти и нефтепродуктов низкий уровень загрязненности был определен в 1 грамм на 1 килограмм почвы.

С осознанием масштабов загрязненных земель специалисты пришли к выводу, что достичь уровня в 1 г на 1 кг, от которого отталкивалась первая

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



методика по расчету ущерба, на огромных территориях России практически нереально.

Минприроды России издало приказ от 12 сентября 2002 года № 574 «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ».

Настоящий документ может быть использован при разработке, утверждении и введении в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов (нормативы ДОСНП), ее трансформации в почве после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на земельных участках, подвергшихся загрязнению нефтью, независимо от целевого назначения (категории), вида использования земель, формы собственности на землю [7].

На территории субъектов Российской Федерации, в которых в установленном порядке не введены в действие нормативы ДОСНП по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов Российской Федерации, могут быть использованы соответствующие значения нормативов ДОСНП других регионов, исходя из однотипности биоклиматических и ландшафтно-литологических условий, либо соответствующее обоснование допустимого уровня остаточного загрязнения должно содержаться в проекте рекультивации нефтезагрязненных земель.

Организация разработки нормативов ДОСНП осуществляется органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации во взаимодействии с территориальными органами Министерства природных ресурсов Российской Федерации и Федеральной службы земельного кадастра России, заинтересованными субъектами хозяйственной и иной деятельности, в результате которой происходит загрязнение земель нефтью, или существует риск такого загрязнения.

Корректировка нормативов ДОСНП, введенных в действие на терри-

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тории субъекта Российской Федерации, осуществляется территориальными органами Министерства природных ресурсов Российской Федерации по обоснованным предложениям заинтересованных министерств и ведомств, субъектов хозяйственной и иной деятельности.

Допустимое остаточное содержание нефти в почве после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ определяется таким, при котором исключается возможность поступления нефти и продуктов ее трансформации в сопредельные среды и на сопредельные территории, допускается вовлечение земельных участков в хозяйственный оборот по основному целевому назначению с возможными ограничениями (не природоохранного характера) режима использования или вводится режим консервации, обеспечивающий достижение санитарно-гигиенических нормативов содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации или иных установленных в соответствии с действующим законодательством нормативных значений в процессе самовосстановления, т.е. без проведения дополнительных специальных ресурсоемких мероприятий.

Очень многие вопросы, связанные с рекультивацией, с тем, сколько можно оставлять в почве нефти и нефтепродуктов, были подняты после аварии в Усинском районе Коми, которая произошла на промысловом трубопроводе «Коминнефти» Возей – головные сооружения в 1994 году. Тогда на поверхность вылилось, по разным оценкам, до 100 тыс. тонн нефти.

Различают техническую и биологическую рекультивацию зараженных земель.

Цель и задачи технической рекультивации – максимальное снижение риска распространения загрязнения за пределы очага выброса нефти, уборка нефти с поверхности, максимально возможное снижение уровня загрязнения почвы. В конечном итоге – подготовка загрязненных субстратов к биологической рекультивации или самовосстановлению.

Использование методов технической рекультивации после аварийных разливов нефти необходимо и неизбежно.

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

В зарубежной и российской практике восстановления нефтезагрязненных почв *технические технологии* рекультивации классифицированы по категориям *ex situ* и *in situ*.

*Технологии ex situ* используется для обработки загрязненной почвы, предварительно удаленной с поверхности выделенного участка земли. Изоляция и обработка загрязненных материалов вне участка позволяют применять особо сложные приемы обработки, которые могут быть более эффективными и быстродействующими, а также более безопасными для грунтовых вод, животного и растительного мира и местных жителей.

Экспкавация и последующий вывоз загрязненной почвы или грунта широко применяется для очистки почвы от любых видов загрязнителей. При этом почву снимают и помещают в специальные резервуары, в некоторых случаях проводится дополнительная обработка почвы, предшествующая ее транспортировке, переработке или захоронению. Однако данная технология имеет существенные недостатки. Стоимость работ по очистке может быть весьма высокой. В данном случае не происходит естественного восстановления почвенного слоя, почву после восстановления необходимо или помещать в исходное место экспкавации, или использовать каким-либо иным способом.

Технология *ex situ* предусматривает обработку привезенных с участка разлива грунтов на специально оборудованных площадках. Вывозка загрязненного грунта позволит быстро ликвидировать загрязнение. После снятия слоя грунта на торфяниках вносятся минеральные удобрения, а на минеральных грунтах вносят дополнительно органические удобрения. Грунт, очищенный от нефти, для возврата на восстановленные участки должен иметь остаточное содержание нефти ниже установленного ОДК нефти.

Расчетные ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) нефти в грунтах после проведения восстановительных работ приведены в таб. 4.3.1.

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Таблица 4.3.1 Ориентировочно допустимые концентрации нефти в грунтах после проведения восстановительных работ

Направление использования земель	Содержание нефти и нефтепродуктов в слое 0-20 см (ОДК)	
	Минеральная почва, г/кг абсолютно сухой пробы почвы	Торфяники, г/кг сухого торфа
Сельскохозяйственное пашня	1,0	5,0
Сельскохозяйственное и лесохозяйственное леса, сенокосы, пастбища	10,0	30,0
Лесохозяйственное и природоохранное Торфяное болото	15,0	50,0
Строительное промплощадки	30,0	80,0

При этой технологии почву снимают и помещают в специальные резервуары, в некоторых случаях проводится дополнительная обработка почвы, предшествующая ее транспортировке, переработке или захоронению. Сжигание в печах является одним из наиболее хорошо изученных и известных методов обработки. Другими методами являются: термическая десорбция при 100-550°C, экстракция загрязненной почвы паром, промывка в барабанах под высоким давлением и др.

Однако данная технология имеет существенные недостатки. Стоимость работ по очистке может быть весьма высокой. В данном случае не происходит естественного восстановления почвенного слоя, почву после восстановления необходимо или помещать в исходное место экскавации, или использовать каким-либо иным способом.

*Технологии in situ* имеют преимущество вследствие непосредственного применения их на месте загрязнения. Выбор и применение технологий *in situ* могут быть сделаны только на основании полученных данных о качестве обрабатываемой поверхности почвы. Кроме того, может потребоваться специализированная очистка загрязненной зоны. При неблагоприятных окружающих условиях могут также возникнуть сложности по отношению к устойчивым загрязняющим веществам.

Технологии *in situ* используют биологические, механические и физико-химические методы. Наиболее перспективными считаются биологические

методы.

Наилучшие результаты отмечаются при комплексном методе рекультивации загрязненных почв с использованием агротехнологий с внесением минеральных удобрений и высевом трав-мелиорантов. Это технология направлена на активизацию аборигенной нефтеокисляющей почвенной микрофлоры и не требует значительных материальных затрат.

Для фиторекультивации нефтезагрязненных земель используются наиболее доступные семена однолетних и многолетних трав, обладающих развитой корневой системой, повышенной устойчивостью к нефтяному загрязнению почвы, адаптированные к местным условиям.

Мероприятия по рекультивации загрязненных нефтью территорий проводятся в несколько этапов, сроки их проведения зависят от характера загрязнения, даты разлива и состояния растительности на конкретном участке. Содержание этапов может меняться в зависимости от вида и степени сложности участка, загрязненного нефтью.

*Биологическая рекультивация* – этап рекультивации земель, включающий мероприятия по восстановлению их плодородия, осуществляемый после технической рекультивации. Принято различать в биологическом этапе восстановления земель два направления. Первое – это активизация разложения нефти в почве (восстановление почвы), второе – восстановление растительного покрова. Выбор направления зависит от исходного состояния почвы после технической рекультивации.

Когда дальнейшее проведение технической уборки уже не дает должного эффекта и может стать причиной уничтожения легкоуязвимых почв, тогда активизация микробиологического разложения нефти в почве (биоремедиация) остается единственно возможной мерой для ее доочистки. Под термином биоремедиация принято понимать применение технологий и устройств, предназначенных для биологической очистки почв и водоемов, т.е. для удаления из почвы и воды уже находившихся в них загрязнителей.

К основным принципам *технологий биоремедиации почв* относятся: био-

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*стимуляция in siti, биостимуляция in vitro и биоаугментация.*

*Биостимуляция in siti* (биостимуляция на месте загрязнения). Этот подход основан на стимуляции роста природных микроорганизмов, естественно содержащихся в загрязненной почве и потенциально способных утилизировать загрязнитель, но не способных делать это эффективно из-за отсутствия полного набора пищевых компонентов (недостаток соединений азота, фосфора, калия и др.). В этом случае в ходе лабораторных испытаний с использованием образцов загрязненной почвы устанавливают, какие именно пищевые добавки и в каких количествах следует внести в загрязненную почву, чтобы стимулировать рост микроорганизмов, способных утилизировать загрязнитель.

*Биостимуляция in vitro.* Отличие этого подхода от вышеописанного в том, что биостимуляция образцов естественной микрофлоры загрязненной почвы или воды проводится сначала в лабораторных или промышленных условиях (в биореакторах или в ферментерах). При этом в биореакторах обеспечивается преимущественный и избирательный рост тех микроорганизмов, которые способны наиболее эффективно утилизировать данный загрязнитель.

Затем таким образом «стимулированную» (специально отселекционированную, обогащенную) микрофлору вносят в загрязненную почву. При этом одновременно со «стимулированными» микроорганизмами вносят и необходимые пищевые добавки, повышающие эффективность утилизации загрязнителя. Иногда бывает необходимо обеспечить принудительную аэрацию загрязненной почвы, чтобы повысить скорость микробного окисления загрязнителей.

*Биоаугментация* (биоулучшение). В этом случае в загрязненную почву вносят относительно большие количества специализированных микроорганизмов, которые заранее были выделены из различных загрязнений и/или генетически модифицированы.

Основная цель агробактериологических методов – это активизация абориген-

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

ной микрофлоры путем изменения субстратных условий (усиление аэрации почвы рыхлением и внесением органических удобрений, создание необходимого водного режима грунтов мелиоративными методами, улучшение минерального баланса добавлением в почву минеральных удобрений).

Достаточно важное место в успешном решении проблемы восстановления растительного покрова на участках, подвергшихся загрязнению нефтью и нефтепродуктами, занимает подбор видов многолетних трав, способных успешно развиваться в жестких рамках климатических условий и загрязняющих факторов [32].

Но в ряде случаев необходимо внесение специально подобранных углеводородо-окисляющих микроорганизмов. Использование микробиологических препаратов часто рассматривают как альтернативу агротехнической биорекультивации. Существуют ситуации, когда использование специальных микробиологических препаратов просто необходимо. В частности, это оправдано для районов с непродолжительным теплым периодом, где внесением интродуцента можно искусственно усилить процессы биодеструкции нефти в почве.

При благоприятных условиях среды (оптимальная температура, соленость, pH, достаточная степень аэрации, обеспеченность элементами минерального питания) удачно подобранная культура или смесь штаммов способны за короткое время практически полностью утилизировать десятки тонн нефтяных углеводородов, трансформируя их в органическое вещество собственной биомассы, углекислый газ и безвредные для окружающей среды продукты.

#### **4.4. Выбор метода и технологии для локализации и ликвидации аварийного разлива нефти на нефтесборном коллекторе врезка куст 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения**

По нефтесборному коллектору врезка куст 2–точка 2 диаметром 273 мм за сутки транспортируется до 3000м<sup>3</sup> водонефтяной эмульсии.

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В случае аварийной разгерметизации данного трубопровода за время с момента разгерметизации до момента обнаружения и полной остановки с перекрытием трубопровода разлив нефти на рельеф может достигнуть нескольких гектар. В таблице 4.4.1 приведен расчет разлива нефти в тоннах.

Нефть при разливе будет растекаться до тех пор, пока не достигнет ограничивающего обвалования. При разрушении обвалования пятно загрязнения будет распространяться далее по рельефу.

Таблица 4.4.1 – Расчет разлива нефти, т

Площадь, м	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Толщина, мм										
5	0,042	0,085	0,127	0,169	0,211	0,254	0,296	0,338	0,38	0,423
10	0,085	0,17	0,255	0,34	0,425	0,51	0,595	0,68	0,765	0,85
15	0,127	0,254	0,381	0,508	0,635	0,762	0,889	1,016	1,143	1,27
20	0,169	0,338	0,507	0,676	0,845	1,014	1,183	1,352	1,521	1,69
25	0,211	0,422	0,633	0,844	1,055	1,266	1,477	1,688	1,899	2,11
30	0,254	0,508	0,762	1,016	1,27	1,524	1,778	2,032	2,286	2,54
35	0,296	0,592	0,888	1,184	1,48	1,776	2,072	2,368	2,664	2,96
40	0,338	0,676	1,014	1,352	1,69	2,028	2,366	2,704	3,042	3,38
45	0,38	0,76	1,14	1,52	1,9	2,28	2,66	3,04	3,42	3,8
50	0,423	0,846	1,269	1,692	2,115	2,538	2,961	3,384	3,807	4,23

Суглинки, слагающие суходольную часть территории, пропитываются нефтью на небольшую глубину.

Для своевременной локализации нефтяного разлива на Лугинецком месторождении используется метод обвалования местным грунтом

На болотистых участках глубина проникновения нефти при высоком стоянии грунтовых вод обычно не превышает 5–7 см. В торфянисто-подзолистых почвах просачивание происходит до глубины подзолистоглеевого горизонта (10–20 см), который препятствует проникновению нефти. В торфяно-болотистых почвах нефть может проникнуть на глубину 20–50 см.



Грядово-мочажинный комплекс болот, препятствуя поверхностной миграции нефти и аккумулируя битумную фракцию в моховом очесе, способствует проникновению растворимых в воде компонентов на глубину 50 – 80 см и более. Плоскобугристые болота с мелкокотловинным рельефом, не связанные с водотоками, могут являться своеобразными нефтяными «ловушками» в случаях разлива нефти. Подобного типа урочища, а также водораздельные участки с котловинным рельефом могут «запирать» нефть и препятствовать ее попаданию в речную сеть.

Пойменные участки обладают высокой скоростью самоочищения и восстановления. Однако нефть, попадая в гидрологическую систему, может распространяться на большие расстояния, что приводит к загрязнению обширных пространств.

На заболоченных участках если их несущая способность позволяет технике своевременно произвести работы по локализации, то производится обвалование местным или привозным грунтом на высоту бруствера позволяющего сдерживать максимальный уровень грунтовых вод и вершина бруствера не должна быть меньше 0,5 м в поперечнике.

Таким образом, наибольшие по площади разливы могут иметь место на участках с общей выравненностью рельефа и высоким уровнем грунтовых вод. В таких местах можно применить два метода ликвидации разлитой нефти биологический с применением биопрепаратов разлагающих нефть. Второй способ это механический сбор жидкой нефти с поверхности земли вакуумными машинами и срезая слой грунта пропитанного нефтью бульдозерами и экскаваторами.

Одновременно оба метода применимы на заболоченных участках и болотах 1 категории.

Щадящий или метод без вывоза замазученного грунта, метод основывается на применении биопрепарата «МД-Сухой» в состав которого входит концентрат клеток микроорганизмов-деструкторов нефти, перемешанных с органоминеральным наполнителем, в состав которого входят стимуляторы

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

роста микроорганизмов.

Технология применения следующая Рекультивация нефтяных загрязнений по технологии ООО «ЭКОЙЛ» предусматривает три этапа:

- подготовительный (рис. 4.4.1);
- основной (рис. 4.4.2);
- биологический (рис. 4.4.3).

Каждый этап сочетается с характерными мероприятиями, которые следует выполнять в строгой последовательности, поскольку изменение одного из данных видов работ может привести к полной гибели и без того загрязненного участка, что будет противоречить основному принципу рекультивации.

Подготовительный этап предусматривает:

- нахождение и сравнение участка с существующими картами и паспортами нефтезагрязненных участков, описание рельефа поверхности нефтезагрязненного участка (обводненность, формы рельефа, уклоны и т.д.);
- фотосъемку участка до рекультивации (с учетом характерных для данного участка привязок);
- определение характера загрязнения, степени замазученности участка, вероятности динамики (увеличения или уменьшения) площади разлива и т.д. с помощью технических средств, а также визуального осмотра всего участка;
- откачку нефтесодержащей жидкости и свободной нефти;
- вырубку и захоронение засохшей растительности.



Рис. 4.4.1. Подготовительный этап



Рис. 4.4.2 Основной этап

Основной этап включает, рисунок 4.4.2:

- фрезерование нефтезагрязненных горизонтов почв с внесением полного комплекса необходимых компонентов: удобрений, травосмесей и

биопрепарата. Фрезерование оптимизирует процессы обогащения загрязненных почвенных горизонтов кислородом (необходимым элементом для более эффективного окисления углеводородов), а удобрения играют важную роль в структуре, питании и росте микроорганизмов;

- дополнительное внесение (при необходимости раскислителей) минеральных удобрений.

Проведение фиторекультивации внесение семян и различных видов травосмесей на загрязненный участок.

Биологический этап (рис. 4.4.3):

- масштабирование концентрированного биопрепарата;
- разведение биопрепарата до нужных концентраций, создание рабочей культуры ( $10^6$ - $10^7$  кл/мл);
- подготовка инокулированного торфа для внесения биопрепарата с помощью техники и жидкой рабочей культуры для внесения на загрязненные нефтью участки с помощью мотопомп и других технических средств;
- внесение биопрепарата на нефтезагрязненные территории.

При правильно проведенных технических и технологических мероприятиях и планомерном производстве работ рисунок 4.4.3 результат восстановления рекультивированных земель можно увидеть уже за один сезон. Конечно, он зависит от множества причин: степени загрязненности, кислотности почвы, удаленности участка от транспортных путей и т.д. На 1 представлены участки до рекультивации и после нее. Время восстановления на данных участках – 1 год. Согласно технологии ООО "ЭКОЙЛ" за время существования компании было рекультивировано и сдано государственным комиссиям более 2700 га нефтезагрязненных земель и обезврежено около 43 тыс. куб. м нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов.





Рис. 4.4.3. Биологический этап и результат работы препарата «МД-Сухой»

Нормы внесения биопрепарата «МД» (сухой) и комбинированных минеральных удобрений на 1 га замазученной территории при фрезеровании на глубину 25–30 см.

Таблица 4.4.2 – Нормы внесения биопрепарата «МД» (сухой) удобрений

Н/П г/кг	Биопрепарат «МД» (сухой), кг	Азофоска, кг	Нитроаммофоска, кг
< 100	15	300	280
100-250	20	570	540
> 350	25	950	900

Для раскисления почвы можно дополнительно вносить известь или доломитовую муку в количестве 2000 кг на 1 га.

Схема внесения для достижения максимальной эффективности рекомендуется дробное внесение биопрепарата, с промежутком в 2–3 недели.

В свою очередь ликвидации отказа способом механического сбора жидкой нефти и замазученного грунта требует привлечение большого числа техники. Такой как экскаватор, бульдозер, самосвал, вакуумная маши.

Таблица 4.4.3 – Внесение биопрепарата и минеральных удобрений

Уровень загрязнения	Внесение биопрепарата «МД» (сухой) и удобрений	Схема внесения
До 150 г/кг (менее 15 %)	Двукратное	Биопрепарат: 10/10 кг Азофоска: 300/270 кг
150 – 300 г/кг (15 – 30 %)	Двух–трехкратное	Биопрепарат: 10/10 кг Либо: 10/7/3 кг Азофоска: 350/250 кг Либо: 300/200/100 кг
Более 300 г/кг (более 30 %)	Трехкратное	Биопрепарат: 10/10/5 кг Азофоска: 350/320/300 кг

Последовательность выполнения работ:

- Отсыпка подъездных путей;
- Сгон нефтяной пленки откачка и вывоз нефтесодержащей жидкости (НСЖ) на пункт приема НСЖ УПН «Лугинецкая»;
- Гуртование и вывоз нефтезагрязненного грунта на шламонакопитель Лугинецкого месторождения;
- Планировка зачищенного участка.

Отсыпка нужна для подъезда колесной техники для сбора и вывоза нефтесодержащей жидкости и нефтезагрязненного грунта на пункты приема. Перед началом отсыпки путей намечают их направление и количество. Рассчитывается предположительный объем грунта который необходимо привезти с карьера. На рисунке 4.4.4 показана отсыпка подъездного пути песком.



Рис. 4.4.4. Отсыпка подъездного пути на месте разлива нефти

Сгон нефтяной пленки к месту откачки нефтесборной вакуумной

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86



машиной производят мотопомпами. Также сбор нефти производят специальным нефтесборным оборудованием типа «Lamor» рисунок 4.4.5.



Рис. 4.4.5. Сбор нефти нефтесборным оборудованием «Lamor»

Гуртование грунта производится как бульдозером так и экскаваторам. Формируется вал нефтезагрязненного грунта. Который грузится в самосвалы и вывозится на шламонакопитель для обезвреживания рисунок 4.4.6.



Рис. 4.4.6. Гуртование и погрузка нефтезагрязненного грунта

Планировка зачищенного участка производится для придания рельефу плавных форм, и засыпка прямков, рисунок 4.4.7.



Рис. 4.4.7. Планировка зачищенного участка

					ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

## 5. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

### 5.1. Расчет затраченного времени и мощностей на ликвидацию разлива нефти с применением биопрепарата «МД-Сухой»

Для ликвидации разлива нефти на одном гектаре нам понадобятся следующие материалы и силы которые сведены в таблицу 5.1.1.

Таблица 5.1.1 – Силы и материалы задействованные в ликвидации.

№ п/п	Наименование	Количество
1	Биопрепарат «МД-Сухой»	25 кг
2	Минеральное удобрение	950 кг
3	Мотопомпа	1 шт
4	Бригада рабочих	6 человек
5	Мастер (контроль за соблюдением технологии)	1 человек
6	Нефтесборное оборудование «Lamor»	1 шт
7	Резервуар разборный	1 шт
8	Машина вакуумная	1 шт
9	Машина пассажирская	1 шт

С предыдущего раздела мы знаем, что на 1 га нам понадобится 25 кг биопрепарата «МД Сухой» и минеральных удобрений «азофоска» 950 кг. Для подготовки и обработки нам понадобится две бригады из 3-х человек.

Перед внесением препарата нужно провести подготовительные работы. На участке в 1-н га обводненность составляет 80% и нефтяная пленка толщиной 10 мм поэтому из подготовительных работ нужно провести сбор свободной нефти с помощью нефтесборного оборудования «Lamor».

Объем разлившейся нефти по расчетам составляет :

$$V = S \cdot h, \text{ м}^3, \quad (5.1.1)$$

где S – это площадь разлива;

h – это толщина нефтяной пленки.

$$V = S \cdot h = 10000 \cdot 0,01 = 100 \text{ м}^3;$$

					<b>РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист
Руководит.		Шмурыгин В.А.					88
Консульт.						Листов	128
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 3-2Т01	



Производительность нефтесборного оборудования «Lamor minimax 10» при идеальных условиях 10 м<sup>3</sup>/ч и процент воды не менее 5%. На практике в среднем достигает 2–3 м<sup>3</sup> и процент воды достигает 20%.

Вычислим время работы нефтесборного оборудования:

$$t=v/p, \text{ ч}, \quad (5.1.2)$$

где:  $v$  – объем разлива нефти;

$p$  – производительность нефтесборного оборудования.

$$V=100+20\%=120, \text{ м}^3;$$

$$t=120/2=60, \text{ ч}.$$

Расход топлива нефтесборного оборудования «Lamor minimax 10» равен 2 л/ч. Объем дизельного топлива затраченного при сборе нефти составит:

$$V = G \cdot t, \text{ л}, \quad (5.1.3)$$

где  $G$  – это расход горючего в час;

$t$  – время работы.

$$V = G \cdot t=2 \cdot 60= 120 \text{ л}.$$

Мотопомпа используется при барботаже участка обработанного препаратом «МД-Сухой». Барботаж производится согласно графика обработок один раз в неделю с июня по сентябрь. За сезон получается 16 обработок. Мы ведем обработку два сезона, итого получается 32 обработки по времени 7 часов. Отсюда объем затраченного бензина АИ–92 равен 336 литров.

Предварительное число рабочих дней для бригады на сбор свободной нефти составит 7 дней и на обработку биопрепаратом и периодический барботаж за два сезона (с июня по сентябрь) 32 дня итого получается 39 дней. По мере необходимости также проводят работы вручную по сбору нефтезагрязненной растительности, нефтесодержащей жидкости на протяжении всего периода работ по ликвидации разлива нефти, из-за этого количество рабочих дней увеличивается до 141-го в сезон, за два сезона составит 282 рабочих дня.

					РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

## 5.2. Расчет затраченного времени и мощностей на ликвидацию разлива нефти с помощью механизированной техники

Для ликвидации разлива нефти способом механического сбора на одном гектаре нам понадобятся следующие единицы техники, которые сведены в таблицу 5.2.1.

Таблица 5.2.1 – Силы и материалы задействованные в ликвидации.

№ п/п	Наименование	Количество
1	КАМАЗ самосвал	2 шт
2	Машина вакуумная Камаз 6522 АКНС-15	1 шт
3	Экскаватор	1 шт
4	Бригада рабочих	3 человек
5	Мастер (контроль за соблюдением технологии)	1 человек
6	Нефтесборное оборудование «Lamog»	1 шт
7	Резервуар разборный	1 шт
8	Бульдозер Б-170	1 шт
9	Машина пассажирская	1 шт

Для сбора свободной нефти используем так же, как и в первом случае, нефтесборное оборудование «Lamog minimax-10».

Производительность бульдозера рассчитывается по формуле:

$$P = P_p + P_{np} + P_{lc} + P_n + P_m, \quad (5.2.1)$$

где  $P_p$  – сопротивление грунта резанию;

$P_{np}$  – сопротивление перемещению призмы грунта перед отвалом;

$P_c$  – сопротивление от скольжения грунта вверх по отвалу;

$P_n$  – сопротивление трению ножа отвала бульдозера по грунту;

$P_T$  – сопротивление перемещению тягача.

Производительность бульдозера равна 60,96 м³/ч рассчитана в программе Excel.

Эксплуатационная производительность определяется по формуле:

$$P_{\text{эксп}} = P \cdot K_y \cdot K_B, \quad (5.2.2)$$

где  $K_y$  – коэффициент, зависящий от уровня квалификации машиниста экскаватора (в нашем случае – высокая) принимаем 0,98;

$K_B$  – коэффициент использования экскаватора в смену принимаем 0,64.

$$P_{\text{э}} = 111,8 \cdot 0,98 \cdot 0,64 = 70,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Этап гуртования включает в себя срезание верхнего слоя грунта высо-

					РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

той 0,3 м на площади 10000 м<sup>2</sup> и вывоз на шламонакопитель. Объем сгуртованного грунта учитывая разрыхление грунта 1,28 [37] равен 3840 м<sup>3</sup>.

На ликвидацию разлива нефти с помощью механизированной техники потребуется 7 дней на сбор свободной нефти и обустройство подъездных путей и 11 дней на вывоз нефтезагрязненного грунта, итого выходит 18 дней.

### 5.3. Расчет трубопровода на прочность

Расчет трубопровода на прочность проводится после выбора его основных параметров СНиП 2.05.06-85\* [25].

Труба диаметром 273 мм, толщина стенки 8 мм, максимальное давление 4 Мпа, марка стали 13ХФА.

Расчет промыслового трубопровода на прочность состоит в выполнении следующих проверок:

- кольцевых напряжений;
- продольных напряжений.

Кольцевое напряжение  $\sigma_h$  от внутреннего давления вычисляется по формуле:

$$\sigma_h = \frac{p \cdot D_n}{2 \cdot \delta}, \quad (5.3.1)$$

где  $p$  – рабочее давление, МПа;

$D_n$  – наружный диаметр трубы, мм;

$\delta$  – номинальная толщина стенки трубы, мм

$$\sigma_h = \frac{p \cdot D_n}{2 \cdot \delta} = \frac{4 \cdot 273}{2 \cdot 8} = 64,25 \text{ МПа}$$

Условие прочности для кольцевых напряжений:

$$\sigma_h \leq k_y \cdot F_y \cdot R_2^n, \quad (5.3.2)$$

где  $F_y$  – расчетный коэффициент по пределу текучести, принимаем 0,60;

$k_y$  – поправочный коэффициент, зависящий от отношения нормативных характеристик стали,  $k_y = 0,56$ ;

					РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

$R_2^n$  – значение предела текучести металла трубы,  $R_2^n = 265$  МПа;

$R_1^H = 255$  – нормативные сопротивления растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, МПа;

$R_2^H = 265$  – нормативные сопротивления растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, МПа. СНиП 2.05.06-85\* [25].

Подставив значения в формулу 5.3.2, получим:

$$64,25 \leq 0,56 \cdot 0,60 \cdot 265$$

$$64,25 \leq 89,04$$

Таким образом, условие прочности для кольцевых напряжений выполняется.

Продольные осевые напряжения  $\sigma_{np.N}$ , определяются от расчетных нагрузок и воздействий с учетом упругопластической работы металла. В частности, для прямолинейных и упруго-изогнутых участков наземных трубопроводов при отсутствии продольных и поперечных перемещений, просадок и пучения грунта продольные осевые напряжения определяются по формуле:

$$\sigma_{np.N} = -\alpha E \Delta t + \mu \frac{np D_{вн}}{2\delta}, \quad (5.3.3)$$

где  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения металла трубы (для стали  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ );

$E$  – модуль упругости металла (для стали  $E = 2,06 \cdot 10^5$  МПа);

$D_{вн}$  – внутренний диаметр трубопровода, мм;

$\mu$  – коэффициент Пуассона, для углеродистой стали 0,25–0,30.

$\Delta t$  – расчётный температурный перепад, принимаемый положительным при нагревании равен  $50^\circ\text{C}$ ,

Внутренний диаметр трубопровода

$$D_{вн} = D_n - 2\delta \quad (5.3.4)$$

$$D_{вн} = D_n - 2\delta = 273 - 2 \cdot 8 = 257 \text{ мм}$$

$$\sigma_{np.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 50 + 0,3 \cdot \frac{1,1 \cdot 4 \cdot 257}{2 \cdot 8} = -102,4 \text{ МПа}$$

					РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Определив значение продольных напряжений по формуле (7), необходимо провести проверку прочности трубопровода по условию формулы:

$$|\sigma_{npN}| \leq \Psi_2 \cdot R_1 \quad (5.3.5)$$

Если  $\sigma_{npN} < 0$ , то в трубопроводе возникают сжимающие осевые продольные напряжения. Далее рассчитать значения напряжений и провести проверку прочности с учетом коэффициента  $\Psi_2$ , учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, который определяется по формуле:

$$\Psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left( \frac{|\sigma_{кц}|}{R_1} \right)^2} - 0,5 \cdot \frac{|\sigma_{кц}|}{R_1} \quad (5.3.6)$$

Кольцевые напряжения от расчетного внутреннего давления определяются по формуле:

$$\sigma_{кц} = \frac{n \cdot p \cdot D_{вн}}{2 \cdot \delta} \quad (5.3.7)$$

$$\sigma_{кц} = \frac{1,1 \cdot 4 \cdot 257}{2 \cdot 8} = 70,67 \text{ МПа}$$

$$\Psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left( \frac{|70,67|}{255} \right)^2} - 0,5 \cdot \frac{|70,67|}{255} = 0,805$$

Условие прочности выполняется, т.к.

$$|-102,4| \leq 0,805 \cdot 255 = 205,27 \text{ МПа}$$

					РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

## 6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти на нефтесборном коллекторе врезка куст 2 – точка 2 Лугинецкого месторождения включает в себя большой объем материальных и технических средств. В зависимости от метода ликвидации затраты будут варьироваться как по времени так и по финансовым вложениям.

Расчет основных работ и стоимости оборудования выполнен в ценах 2016 года по расценкам и тарифам действующих в ОАО «Томскнефть» ВНК.

Сводный сметный расчет стоимости ликвидации разлива необходим для полного завершения работ. Расчет сметы на выполнение работ по методу щадящего сбора нефти с земли и по методу механической уборки нефти поможет обосновать применение одного из методов.

Факторами объединяющим оба метода будет обвалование нефтяного пятна и сбор свободной нефти. Это необходимый этап позволяющий обозначить границы разлива и не даст увеличиться площади загрязнения.

Оба метода рассмотрены на одном участке заводнённом грунтовыми водами и подслоем дерна находится глиняная подушка.

Метод механического сбора нефти и нефтезагрязненного грунта подразумевает привлечение механизированной техники, для завоза нефтезагрязненного грунта.

Метод щадящего сбора нефти включает в себя применение биологического препарата, ручного труда, что увеличивает временные рамки реализации этого метода.

					<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов
Руководит.		Шмурыгин В.А.					94	128
Консульт.		Вазим А.А.				ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.						

## 6.1. Оценка экономической эффективности и сроков ликвидации разлива нефти

По методу механической ликвидации разлива нефти рассчитаем затраты на бульдозер экскаватор для сбора нефтезагрязненного грунта и затраты на размещение этого грунта на шламонакопителе.

Объем собранного грунта составляет :

$$V = S \cdot h \cdot k_p, \text{ м}^3,$$

где  $S$  – это площадь загрязнения;

$h$  – это толщина пропитанного нефтью слоя;

$k_p$  – это коэффициент разрыхления грунта.

$$V = S \cdot h = 10000 \cdot 0,03 \cdot 1,28 = 3840 \text{ м}^3;$$

Затраты на бульдозер при гуртовании.

Производительность бульдозера Б-170 равна  $60,96 \text{ м}^3/\text{ч}$ , за рабочую смену составляет  $487,68 \text{ м}^3$ .

Затраты гуртование бульдозером:

$$3840 / 487,68 = 7,8 \text{ (8 дней)}.$$

$$8 \cdot 9812 = 78496 \text{ руб.}$$

Затраты на экскаватор при погрузке нефтезагрязненного грунта:

Производительность экскаватора равна  $70,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ , за рабочую смену составляет  $560,8 \text{ м}^3$ .

Затраты на погрузку экскаватором:

$$3840 / 560,8 = 6,8 \text{ (7 дней)}.$$

$$7 \cdot 9812 = 118862,87 \text{ руб.}$$

Затраты на размещение нефтезагрязненного грунта на шламонакопителе при цене  $3570,20 \text{ руб}/\text{м}^3$  составит:

$$3840 \cdot 3570,20 = 13708800 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты по биологическому методу ликвидации разлива нефти. Для обработки согласно таблице 4.4.3 потребуется  $25 \text{ кг}$  биопрепарата и  $950 \text{ кг}$  минеральных удобрений. Цена за  $1 \text{ кг}$  биопрепарата равна  $4200 \text{ руб.}$  и стоимость минеральных удобрений равна  $82,20 \text{ руб.}$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«МД-Сухой»:  $4200 \cdot 25 = 105000,00$  руб.

Минеральные удобрения:  $82.20 \cdot 950 = 78660,00$  руб.

Бензин для мотопомпы за весь период работ по обработке загрязнённого участка составляет 336 литров.

$$336 \cdot 34,90 = 11726,40 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату бригады привлечённой к работе на загрязнённом участке за 8 месяцев составляет:

$$44390,72 \cdot 6 \cdot 8 = 2130754,56 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1. Сметный расчет на ликвидацию разлива методом механического сбора

№	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, руб.
1	Работа бульдозера по гуртованию нефтезагрязненного грунта	78496,00
2	Работа экскаватора по погрузке нефтезагрязненного грунта	118862,87
3	Размещение собранного грунта на шламонакопителе	13708800,00
4	Итого	13906158,87

Таблица 6.2. Сметный расчет на ликвидацию разлива с применением биопрепарата «МД-Сухой»

№	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, руб.
1	Применение биопрепарата «МД-Сухой»	105 000,00
2	Применение минеральных удобрений	78 660,00
3	Затраты на заправку мотопомпы	11726,40
4	Заработная плата рабочих задействованных на ликвидации разлива нефти	2130754,56
5	Итого	2326140,56

## 6.2. Анализ структуры затрат

На основании произведенных в предыдущем разделе сметных расчетов составлена диаграмма анализа структуры затрат. Исходя из представленных данных показано, что основная статья затрат – по первому методу это затраты на вывоз нефтезагрязненного грунта, рисунок 6.2.1.

По второму методу ликвидации нефтяного пятна основные затраты идут на заработную плату рабочих и вывоз нефтесодержащей жидкости, рисунок 6.2.2.



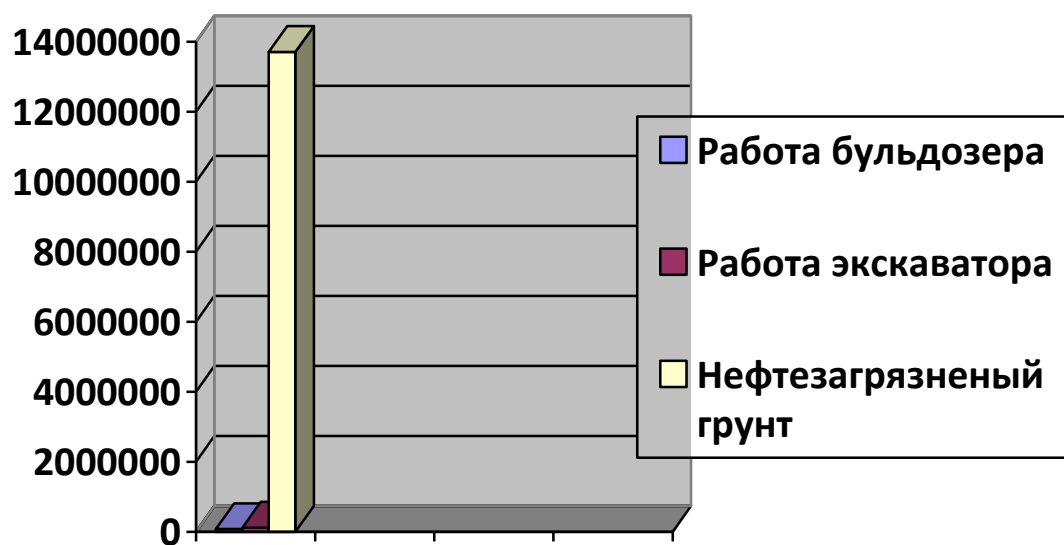


Рис. 6.2.1. Анализ структуры затрат, механический метод

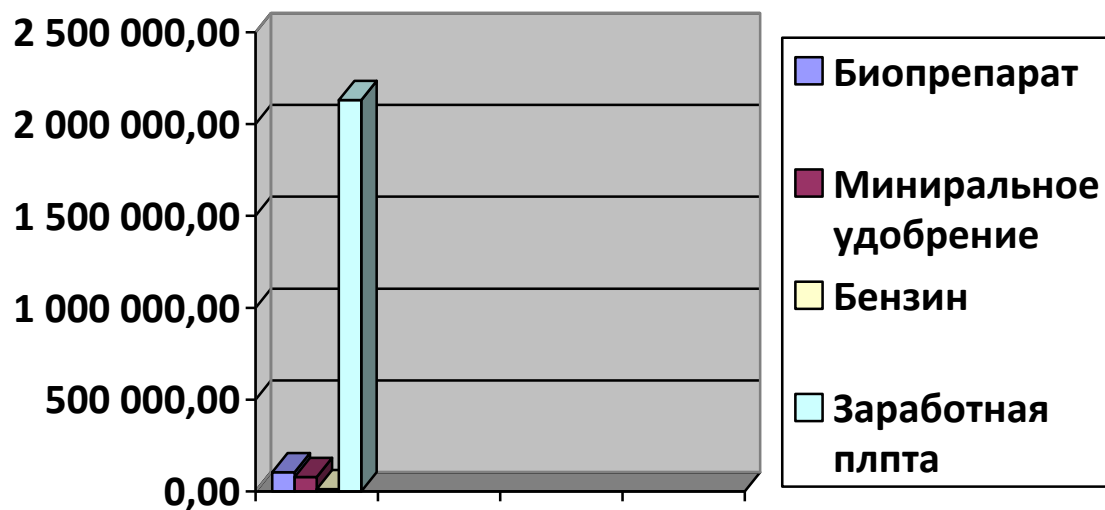


Рис. 6.2.2. Анализ структуры затрат, биологический метод

### 6.3. Вывод экономических расчетов

Метод ликвидации с помощью механического сбора нефтесодержащей жидкости и нефтезагрязненного грунта эффективен тем что, не зависит от погодных и сезонных изменений и реализуется за один месяц производства работ.



Рис. 6.3.1. Сравнение затрат на ликвидацию разлива нефти, млн. руб.

Метод ликвидации разлива с применением биопрепарата «МД-Сухой» привязан к сезонным и температурным рамкам, т.е. работы проводятся при установившейся среднесуточной погоде выше  $+8^{\circ}\text{C}$ , в следствии чего работы по внесению препарата и барботированию участка проводят с июня по сентябрь поэтому работы по ликвидации разлива занимают два сезона. Но даже за два сезона в сумме, сметная стоимость не превышает сметную стоимость механического способа ликвидации разлива, рисунок 6.3.1.

## 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность предприятия – это степень отклика на социальные нужды сотрудников, лежащие вне определяемых законом или регулируемыми органами требований, это действия, предпринимаемые во благо общества.

Социальная ответственность направлена на поддержания оптимальных параметров работы, согласованных с параметрами работы существующей системы трубопроводов, обеспечения достигнутого уровня надежности, безопасности, производственной санитарии, пожаровзрывобезопасности и охраны окружающей среды.

### 7.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – комплекс мероприятий и технических средств, снижающих вероятность воздействия на человека опасных производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

#### 7.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при производстве работ связанных с локализацией и ликвидацией разлива нефти на Лугинецкого месторождения

Промысловые трубопроводы состоят:

- выкидные трубопроводы от нефтяных скважин, за исключением участков, расположенных на кустовых площадках скважин (на кустах скважин), для транспортирования продуктов скважин до замерных установок;

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Рудченко А.В.				Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения			Лит.	Лист	Листов
Руководит.		Шмурыгин В.А.								99	128
Консульт.		Гуляев М.В.							ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.									

- нефтегазосборные трубопроводы для транспортирования продукции нефтяных скважин от замерных установок до пунктов первой ступени сепарации нефти (нефтегазопроводы);
- газопроводы для транспортирования нефтяного газа от установок сепарации нефти до факельной системы и от ЦППН до потребителей;
- нефтепроводы для транспортирования газонасыщенной или разгазированной обводненной или безводной нефти от ПС (АГЗУ) нефти и ДНС до ЦППН;
- нефтепроводы для транспортирования товарной нефти от ЦППН до сооружений магистрального транспорта;
- трубопроводы систем заводнения нефтяных пластов и систем захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты с давлением закачки 10 МПа и более;
- трубопроводы систем поддержания пластового давления для транспорта пресной, пластовой и подтоварной воды на БКНС (блочная кустовая насосная станция);
- ингибиторопроводы для подачи ингибиторов к скважинам или другим объектам обустройства нефтяных месторождений.

Промысловые трубопроводы Лугинецкого месторождения построены в подземном и наземном (на отсыпной насыпи, или на надземных опорах) исполнении. Основным видом прокладки трубопроводов на Лугинецком месторождении является подземное заглубление трубопроводов. Глубина заложения в грунт до верха трубы составляет в интервале от 0,8м до 1,2м., при отсутствии проезда автотранспорта и 1,4м от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра, при пересечении автомобильных дорог.

Интервал температура нефти (водонефтяной эмульсии), поступающих в трубопровод, составляет летом от 20°С до 60°С, зимой от 5°С до 60°С Климат района континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Зимний период продолжается с ноября по апрель, самая низкая температура в зимнее время – 40–50С°. Величина снежного покрова

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

достаточно велика, на заселенных участках достигает 1,5 м. Почва зимой промерзает на 1–1,5 м.

Самый жаркий месяц лета – июль, когда температура воздуха поднимается до +35°C. Среднегодовое количество осадков составляет

450 –500 мм в год. Ледостав на реках начинается в ноябре, а вскрытие их ото льда приходится на конец апреля – начало мая. Навигационный период на крупных реках продолжается 150–170 дней, а на мелких – значительно меньше.

На промысловых нефтепроводах постоянно работающего производственного персонала нет. Производственный персонал может находиться в зоне действия поражающих факторов во время текущего обслуживания, а также при производстве текущего и капитального ремонта трубопроводов и оборудования установленного на них.

При проведении работ на объектах трубопроводного транспорта Луганского месторождения персонал попадает в зону действия следующих вредных факторов.

При работе в зимнее время необходимо соблюдать следующие требования:

- при скорости ветра более 15 м/с все виды работ на открытом воздухе прекращаются при любых, даже небольших отрицательных атмосферных температурах (скорость ветра устанавливается по данным местных метеостанций);
- работникам, работающим в холодное время года на открытом воздухе, предоставляются специальные перерывы для обогрева и отдыха; средства для обогрева предоставляются на месте работ или в непосредственной близости от места работы;
- о прекращении работы на открытом воздухе или перерывах должно быть сделано распоряжение. Самовольное установление работниками перерывов, а также самовольное прекращение работы не допускается;
- если работы прекращены вследствие низкой температуры или

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

сильного ветра, работники должны быть временно переведены на другую работу в теплое помещение (не распространяется на работников, занятых снегоочистительными и аварийными работами).

Рабочие места на трассе по локализации и ликвидации разлива нефти, а также при других работах следует обеспечивать средствами индивидуального обогрева и защиты от ветра, атмосферных осадков (укрытие, переносные щиты, тенты).

При наличии ветра свыше 10 м/с, а также при выпадении атмосферных осадков производить аварийно-восстановительные сварочные работы без инвентарных укрытий сварщиков запрещается.

Работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением, а также защитными масками для лица. При работах, связанных с ограниченностью движения, следует применять спецодежду и спецобувь со специальными видами обогрева.

Работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию доврачебной помощи.

Для измерения уровня шума используют шумометры отечественного производства ИШВ-1, ВШВ-003, Роботрон, а также зарубежного – «Брюль и Кьер». Измерение шума на рабочих местах производится при включенных приборах и механизмах. Осуществляется периодически службой Охраны Труда и сводится к измерению уровня звукового давления на любых частотах и сравнения.

Допустимый эквивалентный уровень шума составляет 80 дБА. Зоны с уровнем звука свыше 80 дБА обозначаются знаками опасности. Работа в этих зонах без использования средств индивидуальной защиты слуха не допускается [20].

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

- использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи);

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

- средств звукопоглощения.

Также необходимо использовать оптимальные режимы труда и отдыха сотрудников.

В качестве средств индивидуальной защиты Государственным стандартом предусмотрены заглушки-вкладыши (многократного или однократного пользования, вкладыши "Беруши"), заглушающая способность которых составляет 6-8 дБА. В случаях более высокого превышения уровней шума следует использовать наушники, надеваемые на ушную раковину. Наушники могут быть независимыми либо встроенными в головной убор или в другое защитное устройство.

Для санитарного нормирования и контроля используются средние квадратические значения виброускорения или виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах. Для первой категории общей вибрации, по санитарным нормам скорректированное по частоте значение виброускорения составляет 62 дБ, а для виброскорости – 116дБ. Наиболее опасной для человека является вибрация с частотой 6-9 Гц.

Источниками вибраций являются машины и аппараты, в которых движутся неуравновешенные массы. Они характерны для машин роторного типа (турбины, электродвигатели, ручной механизированный инструмент), для механизмов с возвратно-поступательным движением (вибромолоты). Вибрация возникает при соударении деталей в зубчатых зацеплениях, подшипниковых узлах, соединительных муфтах. Источником вибрации, является и движущийся транспорт.

При производстве ремонтных аварийно-восстановительных работах на трубопроводе основным используется механизированный инструмент. При производстве работ используются сверлильные, шлифовальные, и других ручных машин с электрическим и пневматическим приводом.

Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены:

- применением виброзащищённого оборудования и инструмента;
- применением средств индивидуальной защиты тела от вибрации, снижающих

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

воздействие от вибрации на работающих на путях ее распространения от источника возбуждения;

- организационно-техническими мероприятиями (поддержание в условиях эксплуатации технического состояния машин и механизмов на уровне, предусмотренном нормативно технической документацией на них; введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации) (ГОСТ 12.1.003-83) [21].

Электрическое освещение строительных площадок и участков подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное [22].

При наступлении темноты участки работ, рабочие места, проезды и проходы к ним должны быть освещены:

- не менее 10 люкс при выполнении земляных работ;
- не менее 100 люкс на рабочем месте при выполнении монтажных и изоляционных работ;
- не менее 2 люкс на проездах в пределах рабочей площадки;
- не менее 5 люкс в проходах к месту производства работ.

Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. При выполнении газоопасных работ для освещения рабочих мест должны использоваться светильники во взрывозащищенном исполнении.

Рабочее освещение предусматривается для всех строительных площадок и участков, где работы выполняются в ночное и сумеречное время суток, и осуществляется установками общего (равномерного или локализованного) и комбинированного освещения (к общему добавляется местное).

Для освещения мест производства наружных строительных и монтажных работ применяются лампы накаливания общего назначения, лампы накаливания прожекторные, лампы накаливания галогенные, лампы ртутные газоразрядные высокого давления, лампы ксеноновые, лампы натриевые высокого давления.



Аварийное освещение следует предусматривать в местах производства работ по бетонированию ответственных конструкций в тех случаях, когда по требованиям технологии перерыв в укладке бетона недопустим.

Для осуществления охранного освещения следует выделять часть светильников рабочего освещения. Охранное освещение должно обеспечивать на границах строительных площадок или участков производства работ горизонтальную освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли или вертикальную на плоскости ограждения.

На месте проведения газоопасных работ согласно наряда-допуска должен быть организован контроль воздушной среды но не реже одного раза в час, по первому требованию работника, после каждого перерыва в работе, пере началом и после окончания работ, анализ воздушной среды проводится анализаторами течеискателями АНТ – 3, и АНТ – 3М, в точках определенных согласно наряда-допуска. Все исполнители работ по наряду-допуску на газоопасные работы, включая работников подрядных организаций, должны быть обеспечены индивидуальными газоанализаторами-сигнализаторами, а также индивидуальными противогазами ППФ и ППФ-5М для выхода из загазованной зоны. Запрещается пользоваться газосигнализаторами не прошедшими государственную поверку или с просроченным сроком поверки, не имеющими паспорта и сертификата.

Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м<sup>3</sup>, для углеводородов ПДК равно 300 мг/м<sup>3</sup>[24].Применяемые средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011[19].

Выбор конкретных типов средств индивидуальной защиты должен проводиться в зависимости от вида работ и применяемых веществ и материалов. Защитные средства, выдаваемые в индивидуальном порядке, должны

находиться во время работы у работника или на его рабочем месте. Выбор СИЗ следует определять в зависимости от уровня загрязнения воздушной среды и поверхностей изделия токсичными веществами, интенсивности шума, вибрации, степени электробезопасности, микроклимата на рабочем месте и характера выполняемой работы. СИЗОД применяются в том случае, когда при помощи вентиляции не обеспечивается требуемая чистота воздуха рабочей зоны, предусмотренная требованиями ГОСТ 12.1.005[21].

Применяемые спецодежда, спецобувь, каски, щитки защитные лицевые, очки защитные и другие средства индивидуальной защиты должны иметь сертификат соответствия или декларацию соответствия, соответствовать требованиям санитарных правил, иметь санитарно-эпидемиологическое заключение и подвергаться периодическим контрольным осмотрам и испытаниям в порядке и сроки, установленные техническими условиями на них. Работники не должны допускаться к работе без положенной по нормативам спецодежды и средств индивидуальной защиты[25].

Источниками запыленности при производстве ремонтных работ на трубопроводах являемся;

- механическая обработка трубы и деталей шлифмашинами.
- проведение земляных работ в сыпучих грунтах.

Уменьшение запыленности и загазованности воздуха вне площадок находящихся на открытом воздухе, достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны приточными вентиляторами.

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ), защитных очках и комбинезонах.

Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися. Район работ приурочен к лесным и болотным ландшафтам, в связи с чем существует опасность повреждений, в результате контакта с дикими животными, кровососущими насекомыми, клещами. Бригада должна быть обеспечена спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. Так

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

как работы производятся и в летний период.

Места неблагополучные по клещевому энцефалиту (КЭ), определяются местными Центрами госсанэпиднадзора. Территория Томской области считается неблагополучной по КЭ [38].

Нападение клещей-переносчиков возбудителей КЭ возможно в весенне-летний период, при средне-суточной температуре – +3°. В условиях Томской области это с начала апреля по октябрь месяцы. Наибольший риск нападения клещей в месяцах мае и июне.

### **7.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при реализации мероприятий по локализации и ликвидации разлива нефти на Лугинецком месторождении**

Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти и нефтепродуктов обусловлена пожароопасностью веществ: нефти и нефтяного газа.

Сырая нефть – жидкое минеральное сырье, состоящее из смеси углеводородов широкого физико-химического состава, содержит растворенный газ, воду, минеральные соли, механические примеси.

Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость с температурой вспышки минус 18°С, самовоспламенения 200–300 °С. Категория и группа взрывоопасных смесей нефти с воздухом – ПА-Т3 по ПУЭ «Правила устройства электроустановок», нефтяного газа – ПА-Т1.

Нефтяной газ с воздухом составляют газовоздушную смесь, пары нефти с воздухом составляют парогазовую смесь. Смеси способны гореть и взрываться.

При горении нефти выделяется значительное количество токсичных газов: сернистый ангидрид, двуокись азота и угарный газ.

Основная опасность, которую представляет свободный нефтяной газ – это способность создавать взрывоопасную смесь с воздухом. Основными горючими компонентами нефтяного газа являются предельные углеводороды. Основную массу паров неразгазированной нефти составляют метан и пропан.

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

Продукция транспортируется по трубопроводам под давлением. При аварийном порыве нефтегазосборного трубопровода произойдет выброс продукта (сырой нефти и попутного нефтяного газа) на поверхность почвы и выделение в атмосферу взрывоопасного газа (паров). При аварийном порыве водовода высокого давления произойдет выброс пластовой воды с высокой степенью минерализации на поверхность почвы.

Организация аварийно-восстановительных работ на трубопроводе включает огневые работы по восстановлению герметичности трубопровода и мероприятия по сбору водонефтяной эмульсии на месте отказа.

Ответственность за пожарную безопасность при аварийно-восстановительных работах возлагается на руководителя огневых работ.

Требования пожарной безопасности при проведении огневых работ устанавливаются Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03) [14].

Обеспечение пожарной безопасности при проведении огневых работ осуществляет назначенное приказом лицо ответственное за проведение огневых работ, а при нескольких местах огневой работы, приказом назначается лицо ответственное за выполнение мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность

Лица, принимающие участие в огневых работах должны ежегодно проходить обучение по пожарно-техническому минимуму со сдачей экзамена.

Осмотр места проведения и согласование в наряде-допуске на выполнение огневых работ осуществляют:

- инженеры пожарной охраны, ГО и ЧС;
- инженеры опорного пункта пожаротушения (ОППТ).

При отсутствии оформленного в установленном порядке наряда – допуска или нарушении правил пожарной безопасности работы должны быть немедленно прекращены.

Места проведения огневых работ следует обеспечивать в необходимом количестве первичными средствами пожаротушения (огнетушители, лопаты,

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

ёмкости с водой).

При проведении огневых работ привлекать пожарные машины (пожарный автомобиль или мотопомпу).

В опасной зоне места проведения огневых работ запрещается курить, разводить костры применять открытый огонь.

Брызги металла при сварке. Для защиты работников выполняющих сварочно-монтажные работы от необходимо использовать: защитные костюмы из огнестойких материалов, сварочные маски, подшлемники, краги.

Спецоборудование и транспортные средства, имеющее ДВС должны быть оснащены искрогасителями, а их электрооборудование и источники электроснабжения иметь исправную электросистему и должны быть заземлены.

Работы по сбору нефтесодержащей жидкости выполняются без наряда-допуска с записью в журнале газоопасных работ выполняемых без наряда-допуска. Место разлива должно быть обозначено информационными и предупреждающими знаками исключающими доступ посторонних лиц, курение и использование открытого огня. Работники должны использовать СИЗ и выполнять работы искробезопасным инструментом.

При выполнении работ с применением подъемных сооружений (ПС) запрещается:

- нахождение людей возле работающего крана стрелового типа во избежание зажатия их между поворотной частью и другими неподвижными сооружениями;
- нахождение людей под стрелой ПС при ее подъеме и опускании с грузом и без груза;
- включение механизмов ПС при нахождении людей на поворотной платформе ПС вне кабины;

При работе экскаватора необходимо осуществлять следующие меры предосторожности:

- находиться не ближе 5 м от зоны максимального выдвижения

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

ковша;

– Запрещается производить погрузку, если в кабине водителя или между автомобилем и экскаватором находятся люди.

Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица имеющие на это право [14].

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением.
- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования — корпусах, кожухах и т. п. — в результате повреждения изоляции и других причин.
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки.
- возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Классификация электроустановок и помещений по степени электроопасности.

Все электроустановки классифицируются по значению рабочего напряжения. Правила безопасности устанавливают 2 группы электроустановок – с напряжением до 1000 В и свыше 1000 В. Применяемый термин «малое напряжение» соответствует номинальному напряжению 12, 24, 36, 42 В.

Опасность поражения электрическим током во многом зависит от среды, в которой эксплуатируются электроустановки. Влажная и запыленная среда уменьшает электрическое сопротивление изоляции и тела человека.

Все помещения по электроопасности подразделяются на 3 класса:

1. Помещения особо опасные – с относительной влажностью, близкой к 100%, химически активной средой и наличием двух и более факторов, создающих повышенную опасность (наличие токопроводящей пыли, токопрово-

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

дящих полов, токопроводящих стен и потолков, с повышенной температурой и со значительным заполнением металлическими предметами, соединенными с землей). Сюда относятся большая часть производственных цехов, а также металлические гаражи, бани, подвалы, склады.

2. Помещения с повышенной опасностью – с относительной влажностью свыше 75%, а также наличием одного фактора, создающего повышенную опасность.

3. Помещения без повышенной опасности – сухие, нежаркие, без токопроводящей пыли, с изолирующими полами. К ним относятся цыплатники, инкубаторы, подсобные помещения для обслуживающего персонала.

Безопасность электроустановок обеспечивается следующими мерами защиты:

- надежной изоляцией
- недоступностью токоведущих частей
- защитным заземлением
- защитным занулением
- выравниванием потенциалов
- автоматическим отключением
- предупредительной сигнализацией, надписями и плакатами.

Электрическая изоляция выполняется из диэлектриков -резины и полимерных материалов. Повреждение изоляции является основной причиной поражения электрическим током. Для проверки надежности изоляции используется прибор мегомметр. Проверка электрического сопротивления изоляции должна проводится не реже 1 раза в год в помещениях без повышенной опасности, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - не реже двух раз в год. Если сопротивление изоляции снижается на 50% от первоначальной величины, необходима ее замена.

Изоляция силовой и осветительной электропроводки считается достаточной, если ее сопротивление между проводом каждой фазы и землей или между разными фазами составляет не менее 0,5 МОм.

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Недоступность токоведущих частей обеспечивается установкой защитного ограждения в виде шкафов, кожухов, ящиков из металла. Для этой цели может применяться также различного вида блокировки, которые обеспечивают автоматическое снятие напряжения со всех элементов электроустановки при ошибочных действиях оператора.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением. Назначение защитного заземления состоит в устранении опасности поражения электрическим током при появлении случайного напряжения на деталях электрооборудования в момент замыкания на корпус токоведущих частей. Защитное заземление снижает напряжение прикосновения и шага до безопасных значений, что обеспечивается меньшим значением электрического сопротивления.

Защитное зануление применяется в 3-фазных 4-проводных сетях с заземленной нейтралью. Оно заключается в преднамеренном электрическом соединении нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением с нулевым проводом. При этом в случае пробоя на корпус, т.е. замыкании между фазным и нулевым проводом протекающие большие токи выводят из строя плавкие предохранители или вызывают срабатывание автоматов, отключающих электроустановку

Выравнивание потенциалов применяется в помещениях с повышенной электроопасностью для снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение человека или животного. По мере удаления от заземленных частей потенциал поверхности земли будет уменьшаться, опасность поражения будет возрастать, с целью снижения этой опасности металлические детали (стойла, транспортеры, трубопроводы) соединяются со стальной полосой, уложенной по полу.

Автоматическое отключение – быстродействующая релейная защита, обеспечивающая отключение электроустановки при возникновении опасно-

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112



сти поражения током. Она применяется в первую очередь в передвижных электроустановках, где трудно обеспечить защитное заземление.

Предупредительная сигнализация – мигающие или постоянно горящие лампочки, сигнализирующие о наличии на установке или в сети электрического тока. Это также предупредительные знаки: «Осторожно! Электрический ток!», таблички – указатели с надписями: «Не включать – работают люди!», «Опасно – высокое напряжение!», «Не влезай – убьет!»

#### Изолирующие защитные средства

Изолирующие защитные средства обеспечивают электрическую изоляцию человека от токоведущих частей или заземленных частей электрооборудования и от земли. Они делятся на основные и дополнительные.

Основные – выдерживают рабочее напряжение электроустановок, при помощи них можно касаться токоведущих частей оборудования без опасности поражения. К ним относят диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, инструмент с изолированными рукоятками.

Дополнительные – обладают недостаточной изоляцией, поэтому не могут обеспечить безопасность работающего. Их применяют в сочетании с основными средствами. Сюда относятся диэлектрические галоши, боты, коврики, изолирующие подставки.

Заземление приборов, аппаратов, металлических стоек, щитов, брони кабелей и т.п. производится с учетом требований [СНиП 3.05.06-85](#) «Электротехнические устройства» и ПУЭ «Правила устройства электроустановок».

Все работы по монтажу должны выполняться в соответствии:

- с РД 153-34.0-03.150-00 ПОТ РМ 016-2001 «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»;
- с правилами устройства электроустановок (ПУЭ «Правила устройства электроустановок», издание шестое, переработанное и дополненное, с изменениями и отдельные главы седьмого издания»);
- с требованиями [СНиП 12-03-2001](#) «Безопасность труда в

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

строительстве. Часть 1. Общие требования».

Монтаж нового электрооборудования и кабельных сетей следует выполнять согласно действующим нормативным документам для данного класса помещений. Все работы по монтажу, модернизации устройств, выполняемые в действующих электроустановках, следует производить по нарядам-допускам.

Для защиты от поражения электрическим током персонала необходимо использовать следующие средства изолирующей защиты: диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки.

Работы, связанные с присоединением (отсоединением) проводов, наладкой электроустановок выполнять электротехническим персоналом, имеющим соответствующую квалификационную группу по охране труда. Присоединение к электрической сети передвижных электроустановок, ручных электрических машин и переносных электрических светильников при помощи штепсельных соединений, удовлетворяющих требованиям электробезопасности, разрешается выполнять персоналу, допущенному к работе с ними.

Установку предохранителей, а также электрических ламп выполнять электромонтером с применением средств индивидуальной защиты. Монтажные работы на электрических сетях и электроустановках выполнять после полного снятия с них напряжения и при осуществлении мероприятий по обеспечению безопасного выполнения работ.

До начала сварочных работ необходимо проверить исправность электродержателя и надежность его изоляции, исправность предохранительной маски с защитным стеклом и светофильтром, а также состояние изоляции проводов, плотность соединений контактов сварочного провода.

Сварочные провода следует прокладывать так, чтобы их не повредили проходящие машины. Эти провода не должны касаться металлических предметов, шлангов для кислорода и пропана.

Токоведущие части электроустановок должны быть изолированы,

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

ограждены или размещены в местах, не доступных для прикосновения к ним. Защиту электрических сетей и электроустановок строительной площадки от токов междуфазного короткого замыкания и замыкания на корпус обеспечить с помощью установки предохранителей с калиброванными плавкими вставками или автоматическими выключателями.

### 7.1.3. Взрывоопасность и пожароопасность

Перед начало проведения любых видов работ повышенной опасности на опасном производственном объекте, необходимо провести анализ газовой среды на предмет превышения НКПР, НКПВ, ПДК с помощью аналитических приборов различного типа.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн

До начала производства работ необходимо устранить замазученность территории, исключить наличие на территории горючих материалов.

Освещение рабочих площадок должно производиться светильниками и прожекторами во взрывозащитном исполнении, для местного освещения необходимо применять светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не более 12В.

На месте проведения огневых работ должны быть следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушители порошковые ОП-9(10) – 10шт. или один огнетушитель ОП-70(100), или два огнетушителя ОП-35(50);
- кошма или противопожарное полотно размером 2х2 м – 2 шт. или 1,5х2,0м – 3шт.;
- два ведра, две лопаты, один топор, один лом.

При проведении ремонтных работ в местах, недоступных для проезда

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

пожарных автомобилей (горы, болота), а также при работах, не связанных со вскрытием полости трубопроводов, откачкой нефти и нефтепродуктов и в других предусмотренных нормативными документами случаях по согласованию, вместо пожарных автоцистерн на месте производства работ необходимо организовать пожарный пост, который должен быть оснащен; огнетушителями ОП-9 (10) (ОУ-7(10) – 10шт или ОП-35(50) (ОУ-30(40)) – 2шт., ящиком с песком ( $V=1\text{м}^3$ ), одним ломом, двумя лопатами, одним топором, кошкой или противопожарным полотном 2х2м – 2шт. или 1,5х2,0м – 3шт. На месте производства работ приказом по эксплуатирующей или подрядной организации из числа работающих должен создаваться боевой расчет с распределением обязанностей согласно утвержденному табелю.

Самоходная техника, сварочные агрегаты, компрессоры, задействованные в производстве подготовительных и огневых работ, должны быть обеспечены не менее чем двумя огнетушителями ОУ-3(5) – ОУ-7(10), ОП-4(5) – ОП-9(10) (каждая единица техники).

Перед началом основных работ в ремонтном котловане пожарный автомобиль (мотопомпа, прицеп) должен быть установлен на расстоянии не ближе 30м от места производства работ, проложены пожарные рукава, присоединены пожарные стволы или пеногенераторы, а также произведена проверка подачи огнетушащих веществ и их качества. Не более 3м от края траншеи (котлована) должен быть выставлен (организован) пожарный пост. Водитель пожарного автомобиля должен находиться у места управления пожарным насосом и действовать по команде ответственного за производство работ. Все средства пожаротушения должны быть исправны и находиться в полной готовности в течение всего периода производства работ. При отрицательной температуре воздуха вода и пенообразователь в цистерне должны подогреваться для предотвращения их замерзания пожаробезопасным способом.

Ответственный за обеспечение пожарной безопасности объекта обязан обеспечить проверку места проведения огневых работ или других пожа-

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

роопасных работ в течение 3 ч после их окончания.

Пожарная безопасность при проведении ремонтных и эксплуатационных работ на линейной части промышленных трубопроводов должна обеспечиваться боевым пожарным расчетом на пожарной автоцистерне, заполненной пенообразователем и водой, или другой пожарной техникой.

## 7.2. Экологическая безопасность

Проведение природоохранных мероприятий должно обеспечивать возможность восстановления существующей экологической обстановки до момента аварии, отказа на трубопроводе.

Природоохранными требованиями при выполнении работ по зачистке места разлива нефти следующие:

- локализация разлива нефти в кратчайшие сроки (на суше 6, на воде 4)
- составление мероприятий по зачистке и рекультивации места разлива;
- на отдельных участках трассы, в соответствии с утвержденным проектом рекультивации, должно производиться снятие и обратное восстановление плодородного слоя грунта;
- при земляных работах на эрозионноопасных участках необходимо проведение противоэрозионных мероприятий;
- при расчистке трассы от леса на заболоченных участках корчевку следует производить только с выписанными леса билетами ; на остальной части полосы отвода срезка древесно-кустарниковой растительности должна производиться максимально близко к поверхности;
- заправка техники на трассе должна производиться на специально оборудованных площадках;
- сбор бытового и производственного мусора предусматривается в специальные контейнеры или плотные пластиковые мешки, для после-

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

дующего сжигания в специальных установках и/или вывоза в согласованные места;

- в целях предотвращения обводнения и заболачивания места зачистки и прилегающих участков, для переездов строительных колонн через естественные полосы стока и водотоки должны строиться переезды с водо-пропуском;
- строительство временных внедорожных объектов (производственных баз, площадок складирования) выполняется без снятия плодородного слоя почв;
- организация сбора и регулярная утилизация ТБО;
- временное хранение ТБО производить в специальных емкостях на оборудованных площадках;
- не допускается сброс на рельеф сточных вод;
- рекультивация земель должна выполняться методами, исключающими снижение качественных показателей земли, а также ее потерю при перемещениях.

Контроль за выполнением природоохранных требований должен производиться контролирующими природоохранными организациями, с использованием инженерно-экологического мониторинга.

С целью минимизации и предупреждения вредного антропогенного воздействия должно быть выполнено следующее: проведены инструктажи обслуживающего персонала по вопросам соблюдения норм и правил экологической и противопожарной безопасности, требований санитарно-эпидемиологической службы, ознакомление его с особым режимом деятельности в водоохраных и санитарно – защитных зонах водотоков и водозаборов.

### 7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К аварийным ситуациям (отказам) относятся:

- нарушение работоспособности трубопровода, связанное с нарушением герметичности трубопровода или запорной арматуры;
- закупорка трубопровода.

При обнаружении повышения или понижения давления в рабочем трубопроводе линейные обходчики сообщают руководству, диспетчеру о нарушении технологического режима трубопровода, выявляют причину и по распоряжению ответственного руководителя работ по ликвидации аварии производят закрытие арматуры, отсекающей аварийный участок.

Оповещение о чрезвычайных ситуациях осуществляется по каналам радиосвязи, радиотелефонной и мобильной связи. Для оповещения об аварии служб и персонала промысла, территориальных органов по делам ЧС, вышестоящих организаций, ведомственных, правоохранительных, природоохранных и прочих служб предусмотрена возможность выхода диспетчера ЦИТС на внешние сети радиосвязи.

Каждый исполнитель при обнаружении критических неисправностей, утечек, разрывов трубопровода во время технического обслуживания и ремонта, должен выполнить следующее:

- незамедлительно сообщить начальнику смены о месторасположении и характере неисправности;
- предупредить окружающих об опасности, выставить на безопасном расстоянии вокруг повреждённого трубопровода предупредительные знаки, а при имеющейся возможности, организовать постоянное дежурство.

При получении информации от сторонних организаций или частных лиц о каких-либо происшествиях исполнители работ должны принять меры по осмотру места и характера неисправности и действовать в установленном порядке.

В соответствии с РД 39-132-94 отказы делятся на категорийные, со-

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

проводимые несчастными случаями и пожарами, и не категорийные.

Не категорийные отказы промысловых трубопроводов подразделяются на две группы.

К первой группе относятся отказы на внутривыгодных напорных внутри- и межпромысловых нефтепроводах на участке от ДНС до ЦПС и далее до магистральных нефтепроводов.

Ко второй группе отказов относятся аварии на газопроводах, на нефтесборных трубопроводах от ИУ до ДНС, а также на водоводах.

Техническое расследование причин аварий производится на основании «Порядка проведения технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», утвержденного Приказом Ростехнадзора от 19.08.2011 N 480.

Ликвидацией аварий на объекте занимается персонал бригады по ликвидации аварий и их последствий (ЛАП) ЦТОРТиЛПА-4.

При необходимости, если авария будет отнесена к категории ЧС (выбросы нефти более 7 т, включая подтоварную воду) могут быть привлечены и другие бригады ЛАП, а также сторонние организации, с которыми ОАО «Томскнефть» ВНК заключило договор. К этим организациям относится ООО «Стрежевская Сервис-Экология» (для ликвидации последствий ЧС).

Тушение возможных пожаров, проведение связанных с ними аварийно-спасательных работ осуществляется силами ДПД и штатных аварийных формирований, а также силами опорного пункта пожаротушения ОППТ «Стрежевой», пожарная часть (ПЧ) № 6 (г. Стрежевой). Выполнение работ по тушению пожаров и проведению связанных с ними аварийно-спасательных работ, осуществляется в соответствии с законодательством РФ, в том числе нормативными правовыми актами Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

Необходимое для решения задач по локализации и ликвидации аварий

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



оборудование размещено на промзоне соответствующего месторождения (УПН Лугинецкого НГКМ), в специальном контейнере.

Аварийный запас труб и материалов для ликвидации аварий на трубопроводах входит в состав аварийного запаса для месторождений ОАО «Томскнефть» ВНК и хранится на складах № 1 г. Стрежевой и № 4 (расположен в 9 км от г. Стрежевой). Могут быть задействованы и другие склады ООО «Томскнефть-Сервис» – решается руководством по мере необходимости в обеспечении.

В подразделениях ООО «Томскнефть» ВНК в соответствии с "Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности" разработаны и утверждены планы ликвидации аварийных разливов нефти (ПЛАРН), которые пересматриваются один раз в три года.

Подвоз материалов производится автомобильным транспортом.

При выполнении аварийно-восстановительных работ персонал пользуется существующей мобильной радиотелефонной связью.

Все отказы в работе трубопроводов подлежат отдельному расследованию и учету действующей комиссией, состоящей из председателя (заместителя начальника цеха), ведущего технолога, механика цеха, мастера участка, специалистов по ОТ и ПБ, службы охраны окружающей среды, бухгалтерии.

Комиссия устанавливает причины аварии, конкретных виновников, намечает необходимые мероприятия по предупреждению подобных аварий в дальнейшем. По окончании расследования необходимо составить, подписать и утвердить акт в двух экземплярах согласно положению ОАО «Томскнефть» ВНК «Порядок проведения работ по установлению причин инцидентов на опасных производственных объектах».

Все отказы необходимо зарегистрировать в журналах учета отказов трубопроводов в течение 24 часов с момента их возникновения

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

#### 7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, инструктирование и обучение

Инструктирование и обучение работников являются федеральными требованиями, обязательными для проекта. Обязательное обучение, обеспечиваемое Подрядчиком, включает в себя следующие требования:

Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, проходят вводный инструктаж. Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда, либо лицо, на которое возложены эти обязанности, в специально отведенном для этого месте, оборудованном пособиями, специальными техническими средствами. Вводный инструктаж проводят по программе, разработанной отделом охраны труда с учетом требований стандартов, правил, норм и инструкций по охране труда, а также всех особенностей производства, утвержденной руководителем предприятия. Продолжительность инструктажа устанавливается в соответствии с утвержденной программой. О проведении вводного инструктажа делается запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Инструктаж на рабочем месте проводится со всеми работниками независимо от их ведомственной принадлежности, работа которых связана с технологическим оборудованием или ведением технологических процессов по основной и совмещаемым профессиям. Инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ.

Проведение инструктажей на рабочем месте включает в себя ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами, изучение требований охраны труда, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации, а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится непосредственным руководителем до начала производственной деятельности с перево-

					<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	Лист
						122
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

димыми из одного подразделения в другое, с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками, со строителями, выполняющими строительные-монтажные работы на территории действующего предприятия. Первичный инструктаж на рабочем месте проводят по программам, разработанным и утвержденным руководителями производственных и структурных подразделений предприятия с учетом требований стандартов, соответствующих правил, норм, и инструкций по охране труда, производственных инструкций и другой технической документации. Программы согласовывают с отделом охраны труда и профсоюзным комитетом подразделения, предприятия.

Повторный инструктаж проводит непосредственный руководитель работ не реже чем один раз в три месяца по программе первичного инструктажа на рабочем месте. Повторный инструктаж проводится с целью обновления, углубления и закрепления знаний требований безопасности при выполнении исполнителями основных и наиболее часто выполняемых работ и операций.

Внеплановый инструктаж проводят при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним, при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда, при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению.

Целевой инструктаж проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по профессии работника (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия и т.п.), при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф. Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы с оформлением наряда-допуска на огневые, газоопасные и другие работы повышенной опасности

					СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лист
						123
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проводит ответственный за безопасное производство работ и с записью в наряде-допуске.

К проведению сварочных работ и работ с переносным электроинструментом допускаются лица, прошедшие предварительное обучение, проверку знаний инструкций по охране труда, имеющие запись в квалификационном удостоверении о допуске к выполнению работ с переносным электроинструментом и группу по электробезопасности не ниже II, имеющие наряд-допуск.

Ответственный за проведение работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже, чем у подчиненного персонала, и в своей работе руководствоваться требованиями Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок.

Запрещается оставлять без надзора электроинструмент, присоединенный к сети, а также передавать его лицам, не имеющих допуска к работе с ним.

Проведение всех видов инструктажей и стажировки оформляется в Журнале регистрации инструктажей персонала на рабочем месте с указанием причины их проведения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены способы и методы локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов как на суше, так и на воде. Представлены материалы и средства использующиеся при локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Проанализированы два метода проведения ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Экономический эффект рассмотрен в разделе «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

					Заключение				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов	
Руководит.		Шмурыгин В.А.						125	128
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Т01			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.							

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Правительства Р.Ф. от 21 августа (в редакции от 15 апреля 2002 года) «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепроводах».
2. Каменщиков Ф.А. Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2005. – 268 с.
3. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Учебное пособие/ Тетельмин В.В., Язев В.А. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 352 с.
4. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований 2006 – 528 с.
5. Энергетическая рабочая группа США – Россия. Материалы семинара по предотвращению разливов нефти и ликвидации их последствий. Москва, 4–5 декабря 2003 года.
6. Ерцев Г.Н., Баренбойм Г.М., Таскаев А.И. Опыт ликвидации аварийных разливов нефти в Усинском районе Республики Коми. – Сыктывкар, 2008. – 183 с.
7. РД 52.18.647-2003. Методические указания. Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом.
8. Гвоздилов В.К., Захаров В.М. Технические средства ликвидации разливов нефтепродуктов на морях, реках и водоемах: Справочное пособие. – Ростов-на-Дону, 2009.
9. Вылкован А.И., Венцюлис Л.С., Зайцев В.М., Филатов В.Д. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно-практическое пособие. – СПб.: Центр-Техинформ, 2011. – 341 с.
10. Проблемы совершенствования системы борьбы с разливами нефти на Дальнем Востоке: Материалы регионального научно-практического семинара. – Владивосток: ДВГМА, 2007.

					Список литературы			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Рудченко А.В.			Локализация и ликвидация аварийного разлива нефти нефтесборного коллектора врезка куста 2 – точка 2 Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения	Лит.	Лист	Листов
Руководит.		Шмурыгин В.А.						
Консульт.							126	128
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 3-2Т01		

11. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов/ Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; Институт риска и безопасности – М.: Ин-т риска и безопасности, 2007. 368 с. : ил
12. План локализации и ликвидации последствий аварий (ПЛА) Лугинецкий регион ОАО «Томскнефть» ВНК.
13. ГОСТ 12. 0. 003 – 74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
14. ГОСТ 12. 1. 003 – 83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12. 1. 012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
16. ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
17. ГОСТ 12. 1. 030 - 81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
18. ГОСТ 12. 1. 010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
19. ГОСТ 12. 1. 007 – 76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изм. 1990 г.).
20. ГОСТ 12. 1. 038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
21. ГОСТ 12. 1. 019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
22. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003
23. ФЗ №123 от 22.07.2008г. "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
24. СНиП 2.05.07-85 Пособие по проектированию земляного полотна и водоотвода железных и автомобильных дорог промышленных предприятий.
25. СНиП 2.04.12-86 Расчет на прочность стальных трубопроводов

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		127

26. Козлов В.А., Месник М.О. Основы коррозии и защиты металлов Иван. гос. хим. – технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 177 с.
27. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/ В.Ф.Мартынюк, Б.П. Прусенко; Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. – Нефть и газ, 2003. 336 с.
28. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов/ Ю.Л. Воробьёв, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; Институт риска и безопасности – М.: Ин-т риска и безопасности, 2007. 368 с. : ил.
29. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
30. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Уч пособие. М: Изд-во АСВ , 1995.
31. РД 08-204-98 Порядок уведомления и предоставления территориальным органам Госгортехнадзора информации об авариях, аварийных утечках и опасных условиях эксплуатации объектов магистрального трубопроводного транспорта газов и опасных жидкостей. Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 2.04.98 № 23.
32. РД 39-00147105-006-97 Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. – Уфа: ИПТЭР, 1997.
33. Бабина Ю.В., Варфоломеева Э.А. Экологический менеджмент: Учеб. пособ. – М.: Социальные отношения. Перспектива, 2002. – 207 с.
34. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. Руководящий документ. – 2-е изд., испр. – М.: ГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», - 120 с.
35. Серия докладов ИРЕСА. 5-й том. Диспергаторы и их роль в ликвидации разливов нефти. 2-е издание, ноябрь 2001 год.
36. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. М., 2006. – 306 с.
37. Лукьянов В.Г., Громов А.Д., Пичук Н.П. Технология проведения горно-разведочных выработок: Учебник для вузов 2-е из. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004 – 468 с.